

Docket No.: 43890-646

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
<b>Hiroyuki KITA, et al.</b>	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: November 14, 2003	:	Examiner:
	:	
For:	:	DRIVING METHOD OF PIEZOELECTRIC ACTUATOR, PIEZOELECTRIC ACTUATOR, AND DISK RECORDING AND REPRODUCING APPARATUS USING THE SAME

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

**Japanese Patent Application No. 2002-331904, filed November 15, 2002**

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
Michael E. Fogarty  
Registration No. 36,139

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 MEF:mcw  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: November 14, 2003**

43890-646

November 14, 2003

KITA et al.

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月 1 5 日  
Date of Application:

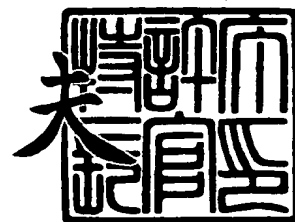
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 3 1 9 0 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 3 1 9 0 4 ]

出 願 人                      松下電器産業株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 5 7 1 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 2037240077

【提出日】 平成14年11月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02N 2/00  
H01L 41/09

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 喜多 弘行

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 桑島 秀樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧電体アクチュエータの駆動方法および圧電体アクチュエータ並びにこれを用いたディスク記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 膜厚方向に分極し、正の電界側の抗電界と負の電界側の抗電界との値の絶対値が異なる非対称な分極－電界ヒステリシス特性を有し、前記抗電界の絶対値が小さい方に分極された圧電体素子に対して、前記圧電体素子を駆動する位置制御電圧を、電界零点を基準に印加することを特徴とする圧電体アクチュエータの駆動方法。

【請求項 2】 前記位置制御電圧は、抗電界の絶対値が大きな方の値の 0.4 以下の電界に相当する電圧の絶対値を上限值とすることを特徴とした請求項 1 に記載の圧電体アクチュエータの駆動方法。

【請求項 3】 前記位置制御電圧は、正の電界側の抗電界と負の電界側の前記抗電界とで規定される幅の中心値と電界零点との差の電界に相当する電圧の絶対値を上限值とすることを特徴とした請求項 1 に記載の圧電体アクチュエータの駆動方法。

【請求項 4】 前記圧電体素子に対して、分極の劣化を回復させる分極回復電圧を位置制御電圧に重畳、前記位置制御電圧と切り換えて印加、または前記位置制御電圧を印加しないときに印加することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電体アクチュエータの駆動方法。

【請求項 5】 前記分極回復電圧の印加時間は 0.01 秒以上、60 秒以下であることを特徴とする請求項 4 に記載の圧電体アクチュエータの駆動方法。

【請求項 6】 前記分極回復電圧を間欠的に印加することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の圧電体アクチュエータの駆動方法。

【請求項 7】 前記圧電体素子の変位量の変動を検出する検出手段をさらに有し、前記変位量があらかじめ設定されたレベル以下となったときに分極回復電圧を前記圧電体素子に印加することを特徴とする請求項 4 から請求項 6 までのいずれかに記載の圧電体アクチュエータの駆動方法。

【請求項 8】 前記圧電体素子は、第 1 の導電体と、第 2 の導電体と、前記第



1の導電体と前記第2の導電体とにより挟まれた圧電体薄膜とからなることを特徴とする請求項1から請求項7までのいずれかに記載の圧電体アクチュエータの駆動方法。

【請求項9】 前記圧電体素子は、第1の導電体と、第2の導電体と、前記第1の導電体と前記第2の導電体とにより挟まれた圧電体薄膜とからなる圧電体素子を前記第2の導電体同士を接着してなる積層圧電体素子としたことを特徴とする請求項1から請求項7までのいずれかに記載の圧電体アクチュエータの駆動方法。

【請求項10】 膜厚方向に分極し、正の電界側の抗電界と負の電界側の抗電界との値の絶対値が異なる非対称な分極－電界ヒステリシス特性を有し、前記抗電界の絶対値が小さい方に分極された圧電体素子と、

前記圧電体素子を伸縮させて位置制御するための位置制御電圧を、電界零点を基準として印加する位置制御電圧回路を含む制御回路とを備えたことを特徴とする圧電体アクチュエータ。

【請求項11】 前記制御回路は、さらに圧電体素子の分極を回復させるための分極回復電圧を印加する分極回復電圧回路を備えたことを特徴とする請求項10に記載の圧電体アクチュエータ。

【請求項12】 前記制御回路は、さらに位置制御電圧回路と分極回復電圧回路とを切り換えるスイッチ回路を備えたことを特徴とする請求項11に記載の圧電体アクチュエータ。

【請求項13】 前記制御回路は、さらに位置制御電圧に分極回復電圧を重畳する重畳回路と、前記重畳回路から出力される出力電圧をあらかじめ設定した電圧に制限する制限回路とを備えたことを特徴とする請求項11に記載の圧電体アクチュエータ。

【請求項14】 前記圧電体素子は、第1の導電体と、第2の導電体と、前記第1の導電体と前記第2の導電体とにより挟まれた圧電体薄膜とからなることを特徴とする請求項10から請求項13までのいずれかに記載の圧電体アクチュエータ。

【請求項15】 前記圧電体素子は、第1の導電体と、第2の導電体と、前記

第1の導電体と前記第2の導電体とにより挟まれた圧電体薄膜とからなる圧電体素子を前記第2の導電体同士を接着してなる積層圧電体素子としたことを特徴とする請求項10から請求項13までのいずれかに記載の圧電体アクチュエータ。

【請求項16】 前記圧電体素子は、第1の導電体と、第2の導電体と、前記第1の導電体と前記第2の導電体とにより挟まれた圧電体薄膜とからなる圧電体素子を前記第2の導電体同士を接着してなる積層圧電体素子を同一面上に一对配置した構成からなることを特徴とする請求項10から請求項13までのいずれかに記載の圧電体アクチュエータ。

【請求項17】 ディスク状記録媒体と、  
前記ディスク状記録媒体に記録と再生の少なくとも一方を行うヘッドと、  
前記ヘッドが搭載されたスライダと、  
前記スライダが取り付けられたフレクシャーと、  
前記スライダに隣接して前記フレクシャー上に固定された圧電体素子と前記圧電体素子を伸縮させて位置制御する制御回路とを備えた圧電体アクチュエータと、  
前記フレクシャーを支持するアームと、  
前記アームを回転自在に軸支する軸受部と、  
前記アームを前記ディスク状記録媒体の半径方向に回動させる回動手段とを有し、  
前記圧電体アクチュエータが請求項16に記載の圧電体アクチュエータであることを特徴とするディスク記録再生装置。

【請求項18】 前記ヘッドによりディスク状記録媒体に記録されたサーボ情報を読みだすときに、前記ディスク状記録媒体の記録トラックの中央位置の出力レベルと、あらかじめ設定された位置制御電圧を圧電体素子に印加したときの出力レベルとの差を検出するレベル検出回路とをさらに備え、

前記出力レベルの差があらかじめ設定されたレベル値以下になったときに制御回路により分極回復電圧を前記圧電体素子に印加することを特徴とする請求項17に記載のディスク記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、薄膜圧電体素子を用いた圧電体アクチュエータとその駆動方法およびそれを搭載したディスク記録再生装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

近年、マイクロマシン技術を用いた超小型の圧電体アクチュエータやモータまたはポンプ等の微小機械の開発が活発である。これらの中で、圧電体アクチュエータは、微小領域で高精度の位置決めが要求されるディスク記録再生装置のヘッドの位置決め用やインクジェットプリンタ用として開発が盛んである。

**【0003】**

例えば、ディスク記録再生装置（以下、ディスク装置とよぶ）では、以下のような取組みがなされている。通常、ディスク状記録媒体（以下、ディスクとよぶ）に対して情報の記録再生を行うヘッドはヘッドスライダに搭載され、アクチュエータアームに取り付けられている。このアクチュエータアームをボイスコイルモータ（以下、VCMとよぶ）によって揺動させることで、ディスク上の所定のトラック位置に位置決めして、ヘッドで記録再生を行っている。しかし、記録密度の向上とともに、このような従来のVCMのみでの位置決めでは十分な精度を確保できなくなってきた。このために、VCMの位置決め手段に加えて、圧電体素子を用いた微小位置決め手段によりヘッドスライダを微小駆動させて高速、高精度の位置決めを行う技術の提案がなされている（例えば、非特許文献1）。

**【0004】**

このようなアクチュエータに用いる圧電体素子としては、グリーンシート積層方式あるいは厚膜多層形成方式で多層化したセラミック方式と、薄膜技術により作製する薄膜方式とがある。

**【0005】**

しかしながら、これらの圧電体素子をアクチュエータとして用いた場合、アクチュエータに印加する電圧に対して、圧電体素子の変位量が経時的に劣化する現



象が生じる。圧電体アクチュエータがこのような経時的な劣化を生じず、安定に作動するためには、その圧電体素子の初期分極特性の経時変化を抑制することが要求される。そのため、製造段階において分極の安定化の工夫等が行われている。

#### 【0006】

例えば、分極特性を安定化させる方法として、従来と同様な方法で作製した圧電体アクチュエータに対して、電圧 0 V からその圧電体アクチュエータの最高使用電圧までの間を振動する正弦波を 1 時間以上、望ましくは 10 時間程度印加する処理を行うことによって、圧電体アクチュエータの安定化を図ることが示されている（例えば、特許文献 1）。

#### 【0007】

また、本発明で用いる圧電体薄膜に関連した非対称なヒステリシス特性に関して、(100) 方位の単結晶酸化マグネシウム (MgO) 基板上に (100) 方位の白金 (Pt) 膜を形成し、その上にスパッタ法により (001) 配向したチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 膜を成膜した場合に、非対称なヒステリシス曲線が得られることはすでに示されている（非特許文献 2）。しかし、圧電体素子の分極の安定化や絶縁抵抗等の圧電体アクチュエータとしての特性や信頼性に関しては全く示されていない。

#### 【0008】

##### 【特許文献 1】

特許第 2814607 号公報（第 3 図）

##### 【非特許文献 1】

超高 TPI 化とピギーバックアクチュエータ (IDEMA Japan News No. 32、pp 4-7、国際ディスクドライブ協会発行)

##### 【非特許文献 2】

Appl. Phys. Lett. 70 (11), 1378-1380, 17 March 1997, "piezoelectric properties of c-axis oriented Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub> thin film")

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

特許文献1では、圧電体素子を使用する前に、例えば0 Vから150 Vの正弦波を印加して安定化している。このような高電圧を1時間、望ましくは10時間も印加すると、薄膜技術により作製した圧電体素子の場合には、絶縁抵抗の劣化が生じることがある。さらに、このような方法は、圧電体アクチュエータの初期変位量をやや低減させて安定化させる方法であるので、初期分極状態での変位と比較すれば作動状態での変位量は小さくなり、圧電体アクチュエータとしての性能がやや低下するという課題もある。

## 【0010】

本発明は、薄膜技術により作製した圧電体素子を用いた圧電体アクチュエータをディスク装置等に搭載した状態で分極特性の劣化を回復させて、長期間安定で、かつ大きな変位を得ることが可能な圧電体アクチュエータおよびそれを用いたディスク装置を提供することを目的とする。

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために本発明の圧電体アクチュエータの駆動方法は、膜厚方向に分極し、正の電界側の抗電界と負の電界側の抗電界との値の絶対値が異なる非対称な分極－電界ヒステリシス特性を有し、抗電界の絶対値が小さい方に分極された圧電体素子に対して、圧電体素子を駆動する位置制御電圧を、電界零点を基準に印加する方法である。

## 【0012】

これにより、位置制御電圧は、正の電界側の抗電界と負の電界側の抗電界の中間点に対して、圧電体素子の分極を回復させる方向の抗電界側にシフトして印加されることになるので、位置制御電圧を印加しても分極の乱れが生じ難くなり、変位量の変動を抑制できる。なお、膜厚方向に分極とは、膜全体でみたときの分極の平均的状态をいい、必ずしも圧電体薄膜のドメインがすべて膜厚方向に分極している必要はない。また、負の電界側の抗電界とは圧電体素子の分極－電界ヒステリシス曲線において、負方向の電界軸とヒステリシス曲線との交点（以下、負

の抗電界  $E_{C1}$  とよぶ) であり、正の電界側の抗電界とは同様なヒステリシス曲線において、正方向の電界軸とヒステリシス曲線との交点 (以下、正の抗電界  $E_{C2}$  とよぶ) である。

【0013】

また、本発明の圧電体アクチュエータの駆動方法は、位置制御電圧が抗電界の絶対値の大きな方の値の 0.4 以下の電界に相当する電圧の絶対値を上限値として駆動する方法である。この方法により、位置制御電圧が圧電体素子の分極を回復させる方向の抗電界側にシフトして印加され、しかも印加電圧の上限値を抗電界の絶対値の大きな方の値の 0.4 以下の電界に相当する電圧としているので、位置制御電圧を印加しても分極の乱れがさらに生じ難くなり、変位量の変動を大幅に抑制できる。

【0014】

また、本発明の圧電体アクチュエータの駆動方法は、位置制御電圧を正の抗電界  $E_{C2}$  と負の抗電界  $E_{C1}$  とで規定される幅の中心値と電界零点との差の電界に相当する電圧の絶対値を上限値とする駆動方法である。この方法により、正の抗電界  $E_{C2}$  と負の抗電界  $E_{C1}$  とで規定される幅の中心値を基準としてみた場合、この中心値よりも絶対値が大きな方の抗電界側には位置制御電圧が印加されない。このような範囲の電圧に位置制御電圧を設定することで分極の乱れがほとんど生じず、変位量の変動を抑制でき、安定な圧電体アクチュエータの駆動ができる。これは、上記の中心値が従来対称なヒステリシス特性を有する圧電体素子の場合の電界零点の位置と同じであり、本発明の場合にはこの中心値に対して電界零点の位置まで見かけ上バイアスされていることによるものである。

【0015】

また、本発明の圧電体の圧電体アクチュエータの駆動方法は、分極の劣化を回復させる分極回復電圧を位置制御電圧に重畳、位置制御電圧と切り換えて印加、または位置制御電圧を印加しないときに印加する方法である。この方法により、圧電体素子を駆動するための位置制御電圧を印加することで分極の変動が生じて、分極回復電圧を加えることで初期の分極にほぼ回復させることができ、変位量の変動を抑制し、信頼性の高い圧電体アクチュエータの駆動を実現できる。こ

の分極回復電圧は常温で印加することが可能なので、圧電体アクチュエータを装置に組み込んだ状態で回復動作をさせることができる。

#### 【0016】

また、本発明の圧電体アクチュエータの駆動方法は、分極回復電圧の印加時間を0.01秒以上、60秒以下とする方法である。この方法により、分極の回復に必要な時間で、かつ圧電体薄膜にダメージを生じさせない範囲を選定できるので、分極の安定的な回復を実現しながら、圧電体素子の劣化を防止できる。

#### 【0017】

また、本発明の圧電体アクチュエータの駆動方法は、分極回復電圧を間欠的に印加する方法である。この方法により、長期間使用しても確実に変位量の変動を抑制しながら、イオンマイグレーション等のダメージ発生も防止でき、高信頼性の圧電体アクチュエータの駆動が実現できる。

#### 【0018】

また、本発明の圧電体アクチュエータの駆動方法は、圧電体素子の変位量の変動を検出する検出手段をさらに有し、変位量があらかじめ設定されたレベル以下となったときに分極回復電圧を圧電体素子に印加する方法である。この方法により、圧電体素子の変位量の変動に応じて分極回復動作をさせることができるので、常に所定の変位量の範囲内とすることができる。この検出手段としては、例えばディスク装置の場合には、ディスクに記録されたサーボ情報をヘッドで読み取り、ヘッド位置の検出を行うような検出手段を用いてもよい。

#### 【0019】

また、本発明の圧電体アクチュエータの駆動方法は、圧電体素子が第1の導電体と、第2の導電体と、第1の導電体および第2の導電体とにより挟まれた圧電体薄膜とからなる方法である。この方法により、非対称なヒステリシス特性を有する圧電体素子をポーリング処理無しで作製でき、再現性のよい駆動を実現できる。

#### 【0020】

また、本発明の圧電体アクチュエータの駆動方法は、圧電体素子が第1の導電体と、第2の導電体と、第1の導電体および第2の導電体とにより挟まれた圧電

体薄膜とからなる圧電体素子を第2の導電体同士を接着してなる積層圧電体素子とした方法である。この方法により、非対称なヒステリシス特性を有する圧電体素子をポーリング処理無しで得られるだけでなく、剛性が大きく、かつ変位を生じさせる力を大きくすることもできるので、比較的重量のある素子でも高精度で駆動することが可能となる。

#### 【0021】

また、本発明の圧電体アクチュエータは、膜厚方向に分極し、正の抗電界 $E_{C2}$ と負の抗電界 $E_{C1}$ との値の絶対値が異なる非対称な分極－電界ヒステリシス特性を有し、抗電界の絶対値が小さい方に分極された圧電体素子と、この圧電体素子を伸縮させて位置制御するための位置制御電圧を、電界零点を基準として印加する位置制御電圧回路を含む制御回路とを備えた構成からなる。この構成により、圧電体アクチュエータの変位量の劣化を抑制できるので高信頼性の圧電体アクチュエータが実現できる。

#### 【0022】

また、本発明の圧電体アクチュエータは、制御回路がさらに圧電体素子の分極を回復させるための分極回復電圧を印加する分極回復電圧回路を備えた構成からなる。この構成により、圧電体アクチュエータを使用中に分極の乱れが生じて変位量の変動が生じたときに分極回復電圧を印加することにより分極を回復させ、変位量の劣化を改善することができる。

#### 【0023】

また、本発明の圧電体アクチュエータは、制御回路がさらに位置制御電圧回路と分極回復電圧回路とを切り換えるスイッチ回路を備えた構成からなる。この構成により、圧電体素子に印加する位置制御電圧と分極回復電圧とをスイッチ回路により切り換えて印加できるので、それぞれ個別に最適な電圧を印加して分極回復動作を行わせることができる。さらに、この分極回復電圧は、圧電体アクチュエータを装置に組み込んだ状態で印加することができるので、従来に比べてより高信頼性の装置が実現できる。

#### 【0024】

また、本発明の圧電体アクチュエータは、制御回路がさらに位置制御電圧に分

極回復電圧を重畳する重畳回路と、重畳回路から出力される出力電圧をあらかじめ設定した電圧に制限する制限回路とを備えた構成からなる。この構成により、分極回復電圧を位置制御電圧に重畳しても、分極回復電圧は常に設定された電圧を上限值として圧電体素子に印加することができるので、イオンマイグレーション等のダメージを確実に防止できる。

#### 【0025】

また、本発明の圧電体アクチュエータは、圧電体素子が第1の導電体と、第2の導電体と、第1の導電体および第2の導電体とにより挟まれた圧電体薄膜とからなる構成を有する。この構成により、非対称なヒステリシス特性を有する圧電体素子をポーリング処理無しで容易に作製することができ、簡略な製造工程により圧電体アクチュエータを実現できる。

#### 【0026】

また、本発明の圧電体アクチュエータは、圧電体素子が第1の導電体と、第2の導電体と、第1の導電体および第2の導電体とにより挟まれた圧電体薄膜とからなる圧電体素子を第2の導電体同士を接着してなる積層圧電体素子とした構成を有する。この構成により、非対称なヒステリシス特性を有する圧電体素子をポーリング処理無しで容易に作製することができるだけでなく、剛性が大きく、かつ変位を生じさせる力を大きくすることもできるので、比較的重量のある素子でも高精度で駆動することが可能な圧電体アクチュエータを実現できる。

#### 【0027】

また、本発明の圧電体アクチュエータは、圧電体素子が第1の導電体と、第2の導電体と、第1の導電体および第2の導電体とにより挟まれた圧電体薄膜とからなる圧電体素子を第2の導電体同士を接着してなる積層圧電体素子を同一面上に一对配置して構成したものである。この構成により、圧電体素子で変位させる作動距離をさらに大きくできるだけでなく、同一平面上に一对配置することで水平方向にも高精度で変位させて、例えば位置決め等の動作が可能となる。

#### 【0028】

さらに、本発明のディスク装置は、ディスクと、ディスクに記録と再生の少なくとも一方を行うヘッドと、ヘッドが搭載されたスライダと、スライダが取り付

けられたフレクチャーと、スライダに隣接してフレクチャー上に固定された圧電体素子とこの圧電体素子を伸縮させて位置制御する制御回路とを備えた圧電体アクチュエータと、フレクチャーを支持するアームと、アームを回転自在に軸支する軸受部と、アームをディスクの半径方向に回動させる回動手段とを有し、上記した圧電体アクチュエータを用いた構成からなる。

#### 【0029】

この構成により、圧電体アクチュエータによりヘッドの微動を高精度で安定性よく動作させることができるので、ディスクの記録トラックを高密度化して記録容量を大きく増加させることができる。

#### 【0030】

また、本発明のディスク装置は、ヘッドによりディスクに記録されたサーボ情報を読みだすときに、ディスクの記録トラックの中央位置の出力レベルと、あらかじめ設定された位置制御電圧を圧電体素子に印加したときの出力レベルとの差を検出する検出手段とをさらに備え、出力レベルの差があらかじめ設定されたレベル値以下になったときに制御回路を作動させて分極回復電圧を圧電体素子に印加する構成からなる。

#### 【0031】

この構成により、圧電体アクチュエータを駆動してディスク装置を使用している状態で圧電体素子の変位量の変動を検出できるので、変動量があらかじめ設定されたレベル値になったときに分極を回復させるための分極回復電圧を印加することができ、常に一定の変位量を得ることができるので、高精度の微動を確実に行える。

#### 【0032】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面にもとづき詳細に説明する。なお、以下で説明する図面において、同一要素については同じ符号を付している。

#### 【0033】

##### （第1の実施の形態）

図1は、本発明の第1の実施の形態の圧電体アクチュエータの制御回路ブロッ

ク図である。圧電体素子 1 は、第 1 の導電体 3、第 2 の導電体 4 およびこれらによって挟まれた圧電体薄膜 2 から構成されている。なお、第 1 の導電体 3、第 2 の導電体 4 および圧電体薄膜 2 は、スパッタリング等の薄膜技術により形成され、フォトリソとエッチングにより図示するような直方体形状に加工される。この圧電体素子 1 の寸法は、例えば伸縮方向（図 1 中、Y で示す方向）である長さ方向については 2 mm、厚さが約  $3\ \mu\text{m}$  である。通常、圧電作用を利用するためには圧電体素子 1 に初期分極を生じさせる必要がある。図 1 では、分極方向は図中矢印 P で示すように厚さ方向である。なお、分極ベクトルは必ずしも膜面に完全に垂直である必要はなく、斜めの場合はその垂直成分を考えればよく、平均的に膜厚方向であればよい。すなわち、圧電体薄膜 2 のドメインがすべて膜厚方向に分極している必要はない。また、圧電体素子 1 の形状は必ずしも直方体でなくてもよい。例えば、使用する装置の形状に合わせて台形状や三角形状等、種々の形状とすればよい。

#### 【0034】

この圧電体薄膜 2 を挟む第 1 の導電体 3 および第 2 の導電体 4 にスイッチ回路 8 が接続される。入力端子 13 から位置制御用信号 S1 が位置制御電圧回路 10 に入力され、増幅されて位置制御電圧 Q1 としてスイッチ回路 8 に出力される。この位置制御電圧 Q1 および分極回復電圧回路 11 からの分極回復電圧 Q2 がスイッチ回路 8 により切り換えられて圧電体素子 1 に印加される。すなわち、圧電体素子 1 を使用中、初期分極特性に比べて劣化が生じたとき、その劣化を回復するための分極回復電圧 Q2 が、入力端子 9 に入力されるスイッチ信号 S2 で指令される時間、すなわち分極特性を回復させるために必要な時間（以下、分極回復時間 H とよぶ）だけ、スイッチ回路 8 により圧電体素子 1 に印加される。さらに、分極回復電圧 Q2 の上限値は、ダイオード等の制限回路 12 により制限されており、これらにより制御回路が構成されている。

#### 【0035】

なお、図 1 に示した回路ブロックは、本発明の一例として説明するもので、スイッチ回路 8、位置制御電圧回路 10 または制限回路 12 等については、装置構成に応じて適宜変更することが可能である。例えば、制限回路 12 は、分極回復



電圧回路 11 からの電圧を精度よく制御して出力する場合には、特に不要であり、使用しなくてもよい。

#### 【0036】

以上の構成により、圧電体素子 1 には、位置制御電圧  $Q_1$  と分極回復電圧  $Q_2$  とがスイッチ回路 8 の切り換えにより自由に印加できる。位置制御電圧  $Q_1$  の印加により圧電体素子 1 は Y 方向に伸縮をするが、本実施の形態ではこの伸縮動作をアクチュエータとして利用する。すなわち、一方の端部を固定し、他方の端部を実質的に自由端として、この自由端に制御する対象物を固定することにより、対象物の精密な位置決めを行うことができる。

#### 【0037】

次に、図 2 および図 3 を用いて、圧電体素子 1 に印加する電圧および変位量の劣化を回復させる動作について説明する。図 2 は、位置制御電圧  $Q_1$  および分極回復電圧  $Q_2$  を合成した波形図である。また、図 3 は、位置制御電圧  $Q_1$  および分極回復電圧  $Q_2$  それぞれの波形図である。圧電体素子 1 の変位量は、圧電体薄膜 2 に加わる電界強度で決まる。圧電体薄膜 2 の厚さが一定であれば、電圧と電界とは単純な比例関係にあるので、以下においては電界ではなくそれぞれ位置制御電圧  $Q_1$ 、分極回復電圧  $Q_2$  として説明する。

#### 【0038】

この圧電体素子 1 を使用中に分極特性が劣化した場合、図 2 に示すように位置制御電圧  $Q_1$  の限界値  $D$  より大きな電圧  $G$  をピーク値とする分極回復電圧  $Q_2$  を分極回復時間  $H$  だけ印加すれば、低下した圧電体素子 1 の分極特性を回復させることができる。この分極回復電圧  $Q_2$  の値  $G$  としては、対応する抗電界の 1 倍より大きく、5 倍以下とすることが望ましく、1.5 倍程度が最適値である。

#### 【0039】

分極回復電圧  $Q_2$  を圧電体素子 1 に印加するためには、図 3 (A) に示す位置制御電圧  $Q_1$  を印加中に、図 3 (B) に示す分極回復電圧  $Q_2$  を分極回復時間  $H$  だけスイッチ回路 8 で切り換えて圧電体素子 1 に印加する。この合成の電圧波形が図 2 に示す電圧波形であり、この電圧が圧電体素子 1 に印加される。位置制御電圧  $Q_1$  を印加して圧電体アクチュエータを作動させているときに変位量が劣化

した場合、分極回復電圧  $Q_2$  を分極回復時間  $H$  だけ印加することで変位量の回復が可能となる。

#### 【0040】

この分極回復電圧  $Q_2$  の印加方法としては、圧電体アクチュエータを一定時間作動させるごとに定期的に印加するようにしてもよい。または、圧電体アクチュエータに一定の変位量を生じさせる電圧を印加して、例えば磁気ヘッドで磁気ディスクのサーボ信号を読み取り、そのサーボ信号レベルがある閾値以下であるかどうかを検出する検出手段を設け、閾値以下であれば劣化していると判断して印加する方法等、圧電体アクチュエータを機器に取り付けた状態で分極回復電圧  $Q_2$  を印加できれば特に制約はない。

#### 【0041】

なお、圧電体アクチュエータが位置制御作動していないときに、分極回復電圧  $Q_2$  を印加して分極を回復させることもできる。

#### 【0042】

さらに、第1の実施の形態では一層構造の圧電体アクチュエータについて述べたが、圧電体素子をさらに積層した積層構造の圧電体アクチュエータとしてもよい。積層することで、剛性が高まるだけでなく変位を生じさせる力も大きくすることが可能となり、比較的重量のある対象物についても高精度で位置決めすることができる。

#### 【0043】

図4は圧電体素子を二層積層した構造の圧電体アクチュエータの制御回路ブロック図を示す。第一層の圧電体素子26は、第1の導電体28と第2の導電体29で挟まれた圧電体薄膜30からなり、第二層の圧電体素子27は、第1の導電体31と第2の導電体32によって挟まれた圧電体薄膜33からなる。これら第一層の圧電体素子26、第二層の圧電体素子27のそれぞれの分極方向  $P$  が反対向きとなるようにして接着層50で接着され、積層圧電体素子60が構成されている。このようにして構成された積層圧電体素子60の第1の導電体28、31と、第2の導電体29、32とをそれぞれ結合し、それらを制御回路に接続する。制御回路の構成は図1に示した構成と同じであり、同じ要素には同じ符号を付

しているので説明は省略する。このように構成することにより、第一層の圧電体素子 26 と第二層の圧電体素子 27 とのそれぞれについては、図 1 に示した圧電体素子 1 と同様な位置制御電圧 Q1 と分極回復電圧 Q2 とが印加でき、位置制御動作と分極回復動作を行うことができる。

#### 【0044】

なお、本実施の形態では、スイッチ回路 8 により位置制御電圧 Q1 と分極回復電圧 Q2 とを切り換えたが、本発明はこれに限定されない。例えば、位置制御電圧 Q1 に分極回復電圧 Q2 を重畳させる重畳回路を設け、この重畳回路で重畳した電圧があらかじめ設定した電圧以上になれば、制限回路 12 でその設定した電圧に制限して圧電体素子 1 に印加するようにしてもよい。また、位置制御電圧 Q1 を印加せず、圧電体素子 1 を作動させていないときに分極回復電圧 Q2 を印加する方法でもよい。

#### 【0045】

(第 2 の実施の形態)

図 5 は、本発明の第 2 の実施の形態の圧電体アクチュエータをディスク装置のヘッドの高精度位置決めに用いる場合のディスク装置の主要部の斜視図である。このディスク装置は、従来の VCM からなるアクチュエータに、さらに本発明の圧電体アクチュエータを付加した 2 段アクチュエータ構成であることが特徴である。

#### 【0046】

ヘッド支持機構 100 は、比較的剛性の低いサスペンション 104、板バネ部 105、比較的剛性の高いアーム 106、フレクチャー 103、このフレクチャー 103 上でディスク 200 に対向する面に設けられたスライダ 102、このスライダ 102 に搭載されたヘッド（図示せず）およびフレクチャー 103 上に接着固定された圧電体素子 108 から構成されている。なお、フレクチャー 103 は、その一端部がサスペンション 104 に固着されている。サスペンション 104 は比較的剛性が低く設計されており、その他方の端部は板バネ部 105 を構成し、この板バネ部 105 がアーム 106 に固定されている。さらに、アーム 106 は、軸受部 110 で回転自在に軸支されている。アーム 106 に取り付けられ

たボイスコイル 112 と図示しない磁石とにより、VCM を構成している。ヘッド支持機構 100 は、この VCM によりディスク 200 面に平行な方向に所定の角度範囲で回転することができる。

#### 【0047】

さらに、スライダ 102 に搭載されたヘッドをディスク 200 の所定のトラック位置に高精度に位置決めするために、圧電体素子 108 が駆動される。すなわち、このヘッド支持機構 100 は VCM で粗く位置決めし、圧電体素子 108 により微調整する 2 段アクチュエータ構成である。

#### 【0048】

以下、ディスク装置の動作について説明する。ディスク 200 は回転駆動手段 220 によって所定の回転速度で回転する。ディスク装置の記録再生時には、ディスク 200 の回転に伴い生じる空気流による浮揚力と、スライダ 102 をディスク 200 面側へ付勢する付勢力との力の釣り合いにより、スライダ 102 は一定の浮上量で浮上し、ヘッドはこの一定の浮上状態で記録再生を行う。なお、ディスク 200 面側へスライダ 102 を付勢する付勢力は、ヘッド支持機構 100 の板バネ部 105 により主として加えられる。

#### 【0049】

このような浮上状態で記録再生を行うが、所定のトラック位置にヘッドを位置決めするために、アーム 106 が VCM により軸受部 110 を中心として回転する。従来のディスク装置では、このような位置決め機構のみで対応しているが、さらに高密度記録を行うために圧電体素子 108 で非常に高精度の微調整を行う。

#### 【0050】

図 6 に、この圧電体素子 108 近傍部分の形状を示す。図 6 (A) は平面図であり、図 6 (B) は X-X 線に沿った断面図である。フレクチャー 103 上に一对の圧電体素子 108 A、108 B が、サスペンション 104 の長手方向の中心線 Y-Y 線に対して対称な位置に接着層 107 で接着固定されている。それぞれの圧電体素子 108 A、108 B は Y-Y 線に対して対称な形状であり、その断面構造も同じである。すなわち、圧電体薄膜 108 2 を挟むように第 1 の導電体

1083と第2の導電体1084とにより圧電体素子108A、108Bが形成されている。なお、これらの圧電体素子108A、108Bの表面には絶縁性の保護樹脂膜を形成する場合もある。それぞれの圧電体素子108A、108Bの第1の導電体1083と第2の導電体1084と、フレクチャー103の電極パッド103Aとの間はワイヤリード109で接続されている。電極パッド103Aからはディスク装置の制御部（図示せず）に接続される圧電体電極配線103Bがフレクチャー103上に形成されている。また、スライダ102に搭載されたヘッドとディスク装置の制御部（図示せず）とを接続するためのヘッド電極配線103Cが一对の圧電体素子108A、108Bの中央部のフレクチャー103上に形成されている。

#### 【0051】

ヘッド（図示せず）を所定のトラック位置に高精度に微調整する場合には、以下のようにする。図6（A）に示すように、例えば一方の圧電体素子108Aが矢印Mの方向に変位し、他方の圧電体素子108Bが矢印Kの方向に変位するように、それぞれの圧電体素子108A、108Bに電圧を印加する。この結果、それぞれの圧電体素子108A、108Bの変位の合成として、ヘッドを矢印Cの方向に変位させることができる。また、矢印Cと逆方向にヘッドを変位させる場合には、圧電体素子108A、108Bに上記と逆の電圧を印加すればよい。これにより、ディスク200の記録密度を高めるためにトラックピッチを微細化しても、この圧電体素子108を用いることにより高精度でかつ高速に位置決めできるようになる。

#### 【0052】

次に、この圧電体アクチュエータの制御方式について、図7を用いて説明する。図7は、圧電体素子108を駆動するための駆動回路ブロック図である。ディスク200に記録されたサーボ信号をヘッド101により検出して信号増幅器40によって増幅し、検出手段であるレベル検出回路41に入力して出力レベルの差を比較することによって、変位の経時変化の量を判定する。すなわち、ヘッド101がディスク200のトラックの中央部にある場合の出力レベルと、ある一定の電圧を圧電体素子108A、108Bに印加してトラックの中央位置からず

れたときの出力レベルとの差を求める。この出力レベルの差があらかじめ設定したレベル差以下になったと判定すれば、スイッチ信号発生器 42 からスイッチ信号を発生させてスイッチ回路 8A、8B に入力する。このスイッチ信号により、スイッチ回路 8A、8B からは分極回復電圧  $Q_2$  が圧電体素子 108A、108B に一定時間入力される。なお、ヘッド 101 により検出した信号はディスク装置の信号処理回路 45 にも送られ、サーボ情報やデータの読み取りの処理も行われる。

#### 【0053】

一方、ヘッド 101 の位置決めは、入力端子 13 から入力された位置制御用信号  $S_2$  を位置制御電圧回路 10 で増幅する。圧電体素子 108A には、スイッチ回路 8A を介して増幅された位置制御電圧  $Q_1$  が印加され、もう一方の圧電体素子 108B には、位相反転回路 43 に入力されて反転された電圧  $-Q_1$  がスイッチ回路 8B を介して印加される。また、制限回路 12A、12B は分極回復電圧  $Q_2$  の最大電圧を正の抗電界  $E_{C2}$  に対して一定のレベルになるように制限する。これにより圧電体アクチュエータの制御回路が構成される。

#### 【0054】

以下、この圧電体アクチュエータの動作について説明する。通常動作時には、VCM によりディスク 200 の所定のトラック位置近傍にヘッド 101 を位置決めし、さらに入力端子 13 から入力された位置制御用信号  $S_2$  が位置制御電圧回路 10 で増幅され、一方の圧電体素子 108A にはそのままの電圧、もう一方の圧電体素子 108B には反転した電圧が印加される。この電圧により、圧電体素子 108A、108B は上述したような動作を行い、ヘッド 101 を目標のトラック位置に高精度で位置決めする。

#### 【0055】

次に、圧電体素子 108A、108B の変位量の経時変化については、以下のようにして検出する。トラックに記録されたサーボ情報を読み取るときに、トラック中央位置の出力レベルとある一定の位置制御電圧  $Q_1$  を印加したときの出力レベルとをレベル検出回路 41 により検出する。サーボ情報の出力は、ディスク 200 のトラックの中央部にヘッド 101 が位置するときに最大出力レベルを示

す。この状態において、圧電体素子 108A、108B に一定の位置制御電圧 Q1 を印加すると、ヘッド 101 がトラック中央部からずれるので最大出力レベルに比べて出力レベルが低下する。このヘッド 101 の位置の移動にしたがって変化する出力レベルの差をレベル検出回路 41 によって検出する。このように、ヘッド 101 位置をディスク 200 に記録されたサーボ信号を利用して把握すれば、位置制御のための位置制御電圧 Q1 とヘッド 101 の位置変位量との関係を求めることができる。

#### 【0056】

例えば、圧電体素子 108 に経時的な劣化が生じて、その変位量が減少した場合、圧電体素子 108 に対して一定の位置制御電圧 Q1 が印加されてもトラック中央部からのずれは小さくなる。したがって、位置制御電圧 Q1 が印加されて変位したときの出力レベルと最大出力レベルとの差が小さくなる。このような出力レベルの差を図 7 に示すレベル検出回路 41 により求める。この出力レベルの差があらかじめ設定されたレベル値まで減少していると判断した場合には、スイッチ信号発生器 42 よりスイッチ信号をスイッチ回路 8A、8B に入力する。スイッチ信号が入力されると、その信号情報にもとづき分極回復電圧 Q2 をあらかじめ設定した時間だけ圧電体素子 108A、108B に印加する。この分極回復電圧 Q2 の印加により、圧電体素子 108A、108B の分極が初期状態にほぼ回復するので、ほぼ初期の変位量を出力することができる。この分極回復電圧 Q2 はディスク記録再生装置を作動中でも印加できるので、非常に高信頼性の圧電体アクチュエータおよびディスク装置を実現できる。

#### 【0057】

なお、本実施の形態の圧電体アクチュエータでは、出力レベルの差があらかじめ設定されたレベル値まで減少していることを判断して、分極回復電圧 Q2 を印加するようにしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、60 分ごとに分極回復電圧 Q2 を印加する方法等でもよい。このような分極回復電圧の印加によっても、確実に初期の分極状態に回復させることができ、変位量の変動も大幅に小さくできる。

#### 【0058】

また、本実施の形態では一層構成の圧電体素子について説明したが、第1の実施の形態の変形例で説明したように圧電体薄膜を二層積層する積層圧電体素子としても同様な装置構成および駆動方法が適用できる。

#### 【0059】

さらに、本実施の形態では、ディスクのサーボ情報からヘッドがトラック中央位置にあるときの出力レベルとある一定の位置制御電圧Q1を印加して微動したときの出力レベルとをレベル検出回路41により検出したが、サーボ情報に限定されることはない。

#### 【0060】

上記の圧電体アクチュエータに用いられる圧電体素子の構造と、その駆動方法による経時変化特性について単層構造の圧電体素子1を例にして説明する。

#### 【0061】

(第1の実施例)

第1の実施例における圧電体素子は、以下のようにして作製した。第1の導電体3として膜厚100nmのPt膜、圧電体薄膜2としてスパッタ法により作製した膜厚3 $\mu$ mのPZT薄膜を用いた。まず(100)方位を有するMgO基板上に600℃でPtを(100)配向するように100nm成膜する。続いて、PZTを600℃にて3 $\mu$ m成膜して、(001)に配向するように形成した。続いて、第2の導電体4として、室温でPt電極を100nm成膜した。その後エッチングにより所定の圧電体形状となるよう加工を行い、さらにその後MgO基板をエッチング除去して、図1に示す圧電体素子1を作製した。

#### 【0062】

このようにして得られたPZT薄膜をX線回折により測定した。その結果、結晶構造はペロブスカイト構造であることが確認された。さらに、この回折プロファイルをもとにしたリートベルト解析を行った結果、PZT薄膜のうち90%以上が(001)配向、つまりペロブスカイト結晶構造においてc軸が膜面に垂直方向を向いていることも確認できた。

#### 【0063】

なお、図4に示す積層圧電体素子60を作製する場合には、2枚のMgO基板



上にそれぞれ第1の導電体28、31、圧電体薄膜30、33および第2の導電体29、32を積層して成膜し、これらを接着層50で接着した後に一方のMgO基板をエッチング除去する。一方のMgO基板がエッチング除去されると、他方のMgO基板上に接着層50で積層された薄膜構造が露出する。この薄膜にフォトリソ、エッチングを行い、図4に示すようなパターンを形成した後、他方のMgO基板をエッチング除去すれば、図4に示す積層圧電体素子60が得られる。

#### 【0064】

上記のようにして形成した圧電体素子1の分極-電界（P-E）ヒステリシス特性を図8（b）に示す。横軸は電界、縦軸は分極である。なお、図8（a）は図1に示した圧電体素子1の断面図で、符号Pは分極方向を示す。本実施例の圧電体素子1は、第1の導電体3から第2の導電体4方向に分極している。ヒステリシス曲線の横軸（電界軸）との交点の1つである負の抗電界 $E_{C1}$ は分極方向Pの電界とは逆方向で、約 $-140\text{ kV/cm}$ であり、もう1つの交点である正の抗電界 $E_{C2}$ は分極方向Pの電界と同一方向で、約 $80\text{ kV/cm}$ である。なお、 $P_{r1}$ は残留分極である。

#### 【0065】

以上説明したように、このようにして作製された圧電体薄膜2はポーリング処理を施さなくても自然に分極が発生し、かつ非対称なヒステリシス特性が得られる。

#### 【0066】

なお、十分な分極特性が得られないような成膜方法の場合は、ポーリング処理を行い、圧電体を分極させてもよい。さらに、膜の形成方法としては、レーザーアブレーション法やゾルゲル法等を用いることもできる。

#### 【0067】

このようにして作製した圧電体素子1に位置制御電圧 $Q_1$ を印加するときの電圧による変位の劣化量の経時変化特性を調べた。図8（a）に示す分極方向で、図8（b）に示すような非対称なヒステリシス特性を有する圧電体素子1の場合、特に分極を劣化させる負方向の電界が重要である。図8（c）、（d）、（e

) は、上記の圧電体素子 1 に対して異なる位置制御電圧  $Q_1$  を印加する場合のそれぞれの電圧波形図を示す。

【0068】

図 8 (c) は、位置制御電圧  $Q_1$  が  $Q_1 = 9 \text{ V}$ 、電界では  $30 \text{ kV/cm}$  であり、負の抗電界  $E_{C1}$  と正の抗電界  $E_{C2}$  との midpoint  $S$  を基準としてみると、正の抗電界  $E_{C2}$  側に  $30 \text{ kV/cm}$  だけバイアスされた駆動条件である。これを本発明駆動条件 1 とよぶ。

【0069】

図 8 (d) は、 $Q_1 = 16.8 \text{ V}$ 、電界では  $56 \text{ kV/cm}$  であり、負の抗電界  $E_{C1}$  に対して 0.4 倍の値である。これを本発明駆動条件 2 とよぶ。

【0070】

また、図 8 (e) は、 $Q_1 = 21 \text{ V}$ 、電界では  $70 \text{ kV/cm}$  であり、負の抗電界  $E_{C1}$  に対して 0.5 倍の値である。これを比較用駆動条件 1 とよぶ。なお、すべて、周波数は  $1 \text{ kHz}$  で、単純に正弦波を印加した。

【0071】

さらに、比較用として図 9 に示す圧電体素子についても、同様な信頼性評価を行った。図 9 (a)、(b) からわかるように、この圧電体素子 50 は分極方向  $P$  が図 8 の圧電体素子 1 とは逆方向である。このような圧電体素子 50 に対して、同様に周波数  $1 \text{ kHz}$ 、正弦波の位置制御電圧  $Q_1$  を印加した。そのときの位置制御電圧  $Q_1$  は  $Q_1 = 16.8 \text{ V}$ 、電界では  $56 \text{ kV/cm}$  である。これを比較用素子 A 駆動条件 1 とよぶ。

【0072】

上述したそれぞれの駆動条件で位置制御電圧  $Q_1$  を 1000 時間印加したときの変位の劣化量を (表 1) に示す。

【0073】

【表 1】

	Q1	$Q1/E_{c1}$	1000 時間後の変位劣化量 (%)	備 考
本発明 駆動条件 1	$\pm 9V$ 30kV/cm	0.21	1	
本発明 駆動条件 2	$\pm 16.8V$ 56kV/cm	0.4	3	
比較用 駆動条件 1	$\pm 21V$ 70kV/cm	0.5	10	
比較用素子 A 駆動条件 1	$\pm 16.8V$ 56kV/cm	0.4	60	$Q1/E_{c2}=0.7$

## 【0074】

(表 1) からわかるように、位置制御電圧  $Q1$  が負の抗電界  $E_{c1}$  の 0.4 倍の値以下に相当する電圧では変位の経時劣化が非常に小さい。特に、本発明駆動条件 1 では、変位の経時劣化は 1 % であった。なお、本発明駆動条件 1 の変位量の変動については、さらに 5000 時間まで測定したが、5000 時間経過後でも変位量の変化は 1 % 以下であった。以下、このような安定な変位量が得られる理由を説明する。図 8 (b) からわかるように、正の抗電界  $E_{c2}$  と負の抗電界  $E_{c1}$  との中央値  $S$  の値は、本発明駆動条件 1 の圧電体素子 1 では  $-30 \text{ kV/cm}$  である。したがって、電界零点 0 を基準として図 8 (c) の位置制御電圧  $Q1$  を印加した場合には、中心値  $S$  からみると  $30 \text{ kV/cm}$  正方向へシフトした状態となっており、位置制御電圧  $Q1$  には見かけ上バイアスが加わっていることになる。このように見かけ上バイアスが付加された位置制御電圧  $Q1$  を印加することで、分極の乱れが生じ難くなり変位量の経時変化が抑制されたものである。したがって、中心値  $S$  と電界零点 0 との範囲に相当する電圧を印加する限り、変位量の経時変化をほぼ抑制することができる。本発明駆動条件 1 の場合、圧電体薄膜 2 の膜厚が  $3 \mu\text{m}$  なので、0 V から  $\pm 9 \text{ V}$  までの間の電圧がこのような安定な電圧範囲に相当する。 $\pm 9 \text{ V}$  の電圧を印加した場合、変位量は  $\pm 0.36 \mu\text{m}$  を得ることができるので充分使用可能である。この電圧の範囲内で位置制御電圧  $Q1$  を印加する限り、分極回復電圧  $Q2$  を印加する必要はない。

## 【0075】

これに対して、比較用駆動条件 1 では、変位の経時劣化が 10 % となり実用に

耐えられないことが見出された。一方、比較用素子 A 駆動条件 1 では、変位の経時劣化が 60% にもなり、非常に大きな劣化を生じることがわかった。これは分極方向が逆であり、この素子の場合に分極反転に影響する正の抗電界  $E_{C2}$  との比をとると  $Q1/E_{C2} = 0.7$  と大きいことによる。

#### 【0076】

また、 $Q1/E_{C1} = 0.4 \sim 0.5$  の範囲で変位の経時劣化が大きく増加する傾向にあり、 $Q1/E_{C1} \div 0.43$  で実用上の許容値である 5% を超えることがわかった。しかし、この値 ( $Q1/E_{C1} \div 0.43$ ) は圧電体薄膜の厚さのばらつきまでを考慮すると許容し難く、実用上の許容値である 5% を確実に保証するためには  $Q1/E_{C1} \leq 0.4$  と設定することが必要であることがわかった。すなわち、これらの結果から図 8 に示すような分極方向 P と、負の抗電界  $E_{C1}$  が正の抗電界  $E_{C2}$  よりも絶対値が大きい非対称なヒステリシス特性を有する圧電体素子 1 では、 $Q1/E_{C1} \leq 0.4$  となるように位置制御電圧  $Q1$  を設定することが望ましいことが見出された。

#### 【0077】

##### (第 2 の実施例)

第 2 の実施例においては、第 1 の実施例で説明した製造方法により作製した圧電体素子 1、この圧電体素子 1 の分極方向を反転させた圧電体素子 50、および対称なヒステリシス特性を有する圧電体素子 55 を用いて、位置制御電圧  $Q1$  にバイアス電圧を印加する駆動方法と、分極回復電圧  $Q2$  を印加する駆動方法による変位の変動量と高温高湿雰囲気中での絶縁抵抗の変動の経時変化特性を求めた。

#### 【0078】

圧電体素子 1 は、第 1 の実施例と同じ作製条件で、負の抗電界  $E_{C1}$  が  $-140 \text{ kV/cm}$ 、正の抗電界  $E_{C2}$  が  $+80 \text{ kV/cm}$ 、分極方向 P は正の抗電界と同じ方向である。これを図 10 (a)、(b) に示すが、これらは図 8 (a)、(b) と同じである。

#### 【0079】

圧電体素子 50 は、負の抗電界  $E_{C1}$  と正の抗電界  $E_{C2}$  の値が圧電体素子 1 とそ

れぞれ同じであるが、分極方向  $P$  が負の抗電界  $E_{C1}$  の方向である。これを図 11 (a)、(b) に示すが、これらは図 9 (a)、(b) と同じである。この圧電体素子 50 は、圧電体素子 1 と同じ製造条件で作製した後、逆方向に分極するような処理を行うことで得た。

#### 【0080】

また、圧電体素子 55 は図 12 (a)、(b) に示すように、負の抗電界  $E_{C1}$  と正の抗電界  $E_{C2}$  の絶対値がほぼ同一で、対称なヒステリシス特性を有し、分極方向  $P$  は正の抗電界  $E_{C2}$  と同じ方向である。この圧電体素子 55 については、圧電体素子 1 と同じ条件で作製後に熱処理して対称なヒステリシス特性とし、その抗電界が  $80 \text{ kV/cm}$  のものを使用した。

#### 【0081】

上記の 3 種類の圧電体素子 1、50、55 を用いて、バイアス電圧を重畳した位置制御電圧  $Q1$  を印加する駆動方法および分極回復電圧  $Q2$  を印加する駆動方法の効果求めた。

#### 【0082】

本発明駆動条件 3 は圧電体素子 1 を用いて図 10 (c) に示すように、位置制御電圧  $Q1$  として第 1 の実施例と同様に  $1 \text{ kHz}$  の正弦波で、 $Q1 = \pm 21 \text{ V}$  ( $\pm 70 \text{ kV/cm}$ ) を印加すると同時に、60 分ごとに 1 秒間、分極方向  $P$  と同一方向に分極回復電圧  $Q2$  を印加する駆動方法である。この分極回復電圧  $Q2$  は、正の抗電界  $E_{C2}$  の約 1.5 倍の値とした。また、分極回復時間  $H$  は後述する実験結果 (図 14) より 1 秒間とした。

#### 【0083】

比較用駆動条件 1 は、図 8 (e) に示したように圧電体素子 1 を用いた第 1 の実施例の駆動条件と全く同じ駆動方法である。

#### 【0084】

比較用素子 A 駆動条件 2 は、図 11 (a)、(b) に示す圧電体素子 50 を用いて図 11 (c) に示す位置制御電圧  $Q1$  と分極回復電圧  $Q2$  を印加する駆動方法である。この場合の位置制御電圧  $Q1$  は  $1 \text{ kHz}$  の正弦波で、 $Q1 = \pm 21 \text{ V}$  ( $\pm 70 \text{ kV/cm}$ ) であり、分極回復電圧  $Q2$  は負の抗電界  $E_{C1}$  の約 1.5 倍

の値とした。また、分極回復時間Hは同様に1秒間とした。

【0085】

また、比較用素子B駆動条件は、図12(a)、(b)に示す圧電体素子55を用いて図12(c)に示す位置制御電圧Q1と分極回復電圧Q2を印加する駆動方法である。なお、この駆動条件は、図10(c)に示した本発明駆動条件3と同じである。

【0086】

さらに、比較用駆動条件2は圧電体素子1を用いて図13(c)に示すように、比較用駆動条件1と同様な1kHzの正弦波、 $Q1 = \pm 2.1 \text{ V}$  ( $\pm 70 \text{ kV/cm}$ )の電圧に加えて、さらに $+2.1 \text{ V}$  ( $+70 \text{ kV/cm}$ )のDCバイアスを重畳した電圧を位置制御電圧Q1として印加する駆動方法である。したがって、圧電体素子1には、分極方向Pに対して逆方向の電界は印加されない。

【0087】

上記の5つの駆動条件について変位の経時劣化特性を求めたが、最初に分極回復時間Hによる分極回復効果について説明する。図14は、本発明駆動条件3の駆動方法において、分極回復時間Hによる分極の回復効果を求めた結果である。分極回復電圧Q2を正の抗電界 $E_{C2}$ の約1.5倍の値、すなわち $Q2 = +3.6 \text{ V}$  ( $+120 \text{ kV/cm}$ )として、分極回復時間Hをかえて60分ごとの分極の回復率を測定した。図14から明らかなように、約0.01秒で90%程度、0.1秒で95%程度、さらに1秒では99%程度に回復している。実用的に許容できる変位の劣化量は5%以下である。本発明駆動条件3の場合、60分後で、分極回復電圧Q2を印加する直前の変位量が約5%であり、この変位量において分極回復電圧Q2を0.01秒程度印加すれば変位量を一定時間ごとに回復させることになるので、変位の劣化が蓄積されなくなる。したがって、間欠的に分極回復電圧Q2を印加する場合、0.01秒以上とすればよいことがわかる。一方、分極回復電圧Q2をあまり長く印加し続けると、イオンマイグレーション等による絶縁抵抗の劣化が生じる可能性が大きくなる。温度85℃、湿度85%の高温高湿雰囲気中で同じ分極回復電圧Q2を印加する実験から、分極回復時間Hが70秒以上では絶縁抵抗の変動が許容値を超える結果が得られた。これらの結果が

ら、分極回復時間Hは、0.01秒から60秒の範囲が望ましく、さらには0.1秒から10秒の範囲がより望ましい範囲であることが認められた。この結果から、本実施例においては分極回復電圧Q2の分極回復時間Hは1秒間とした。

### 【0088】

また、初期状態において $\pm 21$  Vを印加したときの変位量は、圧電体素子1、圧電体素子50および圧電体素子55ともに約 $\pm 0.8 \mu\text{m}$ であり、ほぼ同等であることを確認した。その後、上記の条件で電圧を印加して、一定時間ごとに変位量の変動を測定した。(表2)は1000時間後の変位の経時劣化量であり、初期状態に対しての劣化の割合を示している。また、分極回復電圧Q2を印加する本発明駆動条件3、比較用素子A駆動条件2および比較用素子B駆動条件については、1時間後と1000時間経過時点における分極回復電圧Q2印加直前と印加後の変位量も示している。

### 【0089】

【表2】

	Q1	Q2	1時間後の変位の劣化量 (%)		1000時間後の変位劣化量 (%)	
			Q2印加前	Q2印加後	Q2印加前	Q2印加後
本発明 駆動条件3	$\pm 21\text{V}$ ( $70\text{kV/cm}$ )	$+36\text{V}$ ( $+120\text{kV/cm}$ )	5	1	5	2
比較用 駆動条件1	$\pm 21\text{V}$ ( $70\text{kV/cm}$ )		5		10	
比較用 駆動条件2	$+21 \pm 21\text{V}$ ( $+70 \pm 70\text{kV/cm}$ )		1		1	
比較用素子A 駆動条件2	$\pm 21\text{V}$ ( $\pm 70\text{kV/cm}$ )	$-63\text{V}$ ( $-210\text{kV/cm}$ )	95	65	95	70
比較用素子B 駆動条件	$\pm 21\text{V}$ ( $\pm 70\text{kV/cm}$ )	$+36\text{V}$ ( $+120\text{kV/cm}$ )	70	8	70	10

### 【0090】

(表2)からわかるように、比較用駆動条件1では、1時間経過時点で5%劣化し、1000時間後では10%の劣化が生じた。実用上の許容限界は5%であるので、この比較用駆動条件1を実用に供することは困難である。しかし、本発明駆動条件3では、1時間経過時点において分極回復電圧Q2印加直前では5%劣化しているが、分極回復電圧Q2を印加後では1%の劣化に良化した。さらに、1000時間経過時点においても、分極回復電圧Q2を印加直前では5%の劣化であり、劣化がほとんど進行していない。また、分極回復電圧Q2を印加後に

は2%の劣化量となり、良化した。すなわち、本発明駆動条件3では、1000時間の長期間にわたって2%~5%の変動に抑制できることがわかった。したがって、一定時間ごとに分極回復電圧Q2を印加して分極回復を行わせることは、変位の経時劣化を防止することに対して大きな効果があることが見出された。本発明駆動条件3の場合には、位置制御電圧Q1が負の最大値となっても負の抗電界 $E_{C1}$ に比べてまだ十分な余裕を有している。この余裕度の大きいことが分極の劣化を防止することに大きな効果を有していると判断される。また、分極が劣化しても、その劣化の度合いが小さいこと、および正の抗電界 $E_{C2}$ の絶対値が負の抗電界 $E_{C1}$ の絶対値に比べて小さいこと等により、分極回復電圧Q2の印加では初期の分極状態に回復するものである。

#### 【0091】

また、比較用駆動条件2では、1時間経過後および1000時間経過後においても劣化は1%以下で、良好な結果が得られた。この比較用駆動条件2で良好な結果が得られた理由は、位置制御電圧Q1にはバイアス電圧が印加されており、このため分極方向に対して逆方向の電圧が印加されないことによる。

#### 【0092】

一方、比較用素子A駆動条件2では、分極回復電圧Q2を印加してもほとんど改善されなかった。この駆動条件の場合には、位置制御電圧Q1の正の最大電圧Dは、正の抗電界 $E_{C2}$ とほぼ同じような値となる。分極が逆方向であるので、正の抗電界 $E_{C2}$ に近い電圧が印加されると分極が乱れ易くなり、したがって変位量の劣化が大きくなるものである。また、負の抗電界 $E_{C1}$ の絶対値が大きいために、分極回復電圧Q2を印加しても分極を十分に回復させることも困難となることによると考えられる。

#### 【0093】

また、比較用素子B駆動条件については、分極回復電圧Q2を印加することで変位の経時劣化はある程度改善されるが、分極回復電圧Q2を印加する直前での劣化量が大きいのので実用上の許容値である5%以下にすることはできなかった。この比較用素子B駆動条件の圧電体素子55は、対称形状のヒステリシス特性を有しており、抗電界に異方性がない。このような特性の圧電体素子55に位置制



御電圧  $Q_1$  が印加されると、負の最大値  $F$  は負の抗電界  $E_{C1}$  に近い値となるため分極の劣化が生じ易くなるものである。分極回復電圧  $Q_2$  の印加により分極の劣化はある程度回復する。しかし、回復前の変動量が大きいために初期の分極状態まで回復することはなく、しかも変位の変動量が時間経過とともに蓄積していき、許容値を超える変動量を示すことになるものである。

【0094】

以上のように、変位の経時変化特性については、本発明駆動条件 3 と比較用駆動条件 2 のみが良好な結果であった。

【0095】

次に、本発明駆動条件 3、比較用駆動条件 2 および比較的変位の経時劣化が小さい比較用駆動条件 1 について、温度 85℃、湿度 85% の高温高湿雰囲気中で同様な電圧を印加して、絶縁抵抗の変動を測定した。作製した圧電体素子 1 の初期の絶縁抵抗は 3 試料ともに約 10 GΩ であり、これが 1 MΩ 以下に劣化する時点を絶縁不良と定義して累計故障率を求めた。この結果を（表 3）に示す。

【0096】

【表 3】

	累積故障率 (%)				
	初期	1 時間	10 時間	100 時間	1000 時間
本発明 駆動条件 3	0	0	0	0	0
比較用 駆動条件 1	0	0	0	0	0
比較用 駆動条件 2	0	0	70	100	100

【0097】

（表 3）からわかるように、比較用駆動条件 1 および本発明駆動条件 3 では 1000 時間経過後でも累計故障率は 0% となり、良好な結果が得られた。しかし、比較用駆動条件 2 では 10 時間経過時点で 70%、100 時間で 100% の累計故障率となった。比較用駆動条件 2 の累計故障率が非常に大きくなったのは、+21 V の DC バイアスを印加しているために、イオンマイグレーションが促進されて圧電体薄膜 2 にダメージが発生したためである。

## 【0098】

これらの結果から、長期間にわたる変位量の安定性と高温高湿雰囲気下における絶縁抵抗の安定性の両方を同時に実現するためには、本発明駆動条件3が最も有効な駆動方法であることが見出された。

## 【0099】

以上の結果から、本発明駆動条件3のように正の抗電界 $E_{C2}$ が負の抗電界 $E_{C1}$ より小さいP-Eヒステリシス曲線を有する圧電体素子1を用いて、所定時間ごとに分極回復電圧 $Q_2$ を印加することで、長時間安定な作動を行う圧電体アクチュエータを実現できる。

## 【0100】

なお、本実施例においては、圧電体素子として負の抗電界 $E_{C1} = -140 \text{ kV/cm}$ と正の抗電界 $E_{C2} = 80 \text{ kV/cm}$ の圧電体素子の場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。分極方向Pを打ち消す方向の抗電界が他方の抗電界より絶対値が大きいヒステリシス特性を有する圧電体薄膜であれば同様な効果が得られる。このように、本発明は圧電体アクチュエータの使用中に適当なタイミングで分極回復電圧 $Q_2$ を印加することで、圧電体の分極をほぼ初期状態にもどしながらアクチュエータ動作をさせる駆動方法である。この分極回復のための駆動方法は、圧電体アクチュエータ使用中に発生する小さな分極の劣化を定期的に回復させる方法であり、従来の分極処理工程が、高温、高電界、長時間等の条件を必要とするのに対して、極めて簡単な条件で充分効果的に行うことができる。また、この圧電体アクチュエータを、例えばディスク装置に設置すれば、アクチュエータとして作動させながら定期的に分極回復電圧を印加して変位量を回復させることができる。

## 【0101】

なお、本実施の形態では、60分ごとに1秒間一定電圧の分極回復電圧を印加したが、分極回復電圧は一定でなくてもよい。例えば、変動値に応じて分極回復電圧を大きくしていくことで、分極を回復させてもよい。また、本実施例では、一定時間ごとに分極回復電圧を印加したが、この間隔に限定されることはない。圧電体素子の特性に応じてかえてもよいし、また時間間隔は一定でなくてもよい。

。また、本実施の形態では、位置制御電圧と分極回復電圧とを切り換えて圧電体素子に印加したが、分極回復電圧を位置制御電圧に重畳する重畳回路を設け、重畳した電圧を分極回復電圧として印加してもよい。この場合に、分極回復電圧があらかじめ設定された電圧を超える場合には、制限回路が動作してその設定値となるように電圧を制限して印加するようにすることもできる。

#### 【0102】

さらに、本実施の形態では、正の抗電界 $E_{C2}$ が負の抗電界 $E_{C1}$ より小さいP-Eヒステリシス曲線を有し、分極が正方向の場合の圧電体素子を用いたが、本発明はこれに限定されない。すなわち、正の抗電界 $E_{C2}$ が負の抗電界 $E_{C1}$ より大きいP-Eヒステリシス曲線を有する圧電体素子の場合には、負方向の分極を基準として上記と逆方向の電圧を印加すれば同じ効果が得られる。

#### 【0103】

##### 【発明の効果】

以上のように本発明の圧電体アクチュエータの駆動方法は、膜厚方向に分極し、正の電界側の抗電界と負の電界側の抗電界との値の絶対値が異なる非対称な分極-電界ヒステリシス特性を有し、抗電界の絶対値が小さい方に分極された圧電体素子に対して、圧電体素子を駆動する位置制御電圧を、電界零点を基準に印加する方法である。

#### 【0104】

このような印加方法とすることにより、位置制御電圧は正の電界側の抗電界と負の電界側の抗電界の midpoint に対して圧電体素子の分極を回復させる方向の抗電界側にシフトして印加されることになるので、位置制御電圧を印加しても分極の乱れが生じ難くなり、変位量の変動を抑制でき、高信頼性の圧電体素子を実現できるという大きな効果が得られる。

#### 【0105】

また、圧電体素子に対して、分極の劣化を回復させる分極回復電圧を位置制御電圧に重畳、位置制御電圧と切り換えて印加、または位置制御電圧を印加しないときに印加することで、圧電体素子を駆動したときに変位量の劣化が生じてても、装置に圧電体素子を組み込んだまま分極の劣化を回復させることができる。これ

により、高精度が要求される圧電体アクチュエータをさらに信頼性よく実現できるといふ大きな効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態の圧電体アクチュエータの制御回路ブロック図

【図 2】

同実施の形態の圧電体アクチュエータに印加する位置制御電圧と分極回復電圧の合成の波形図

【図 3】

(A) 同実施の形態の圧電体アクチュエータに印加する位置制御電圧の波形図

(B) 同実施の形態の圧電体アクチュエータに印加する分極回復電圧の波形図

【図 4】

同実施の形態の変形例の圧電体アクチュエータで、二層積層した構造の圧電体アクチュエータの制御回路ブロック図

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態の圧電体アクチュエータを用いたディスク装置の主要部の斜視図

【図 6】

(A) 同実施の形態の圧電体アクチュエータの圧電体素子近傍部分の平面図

(B) 同圧電体素子の X-X 線に沿った断面図

【図 7】

同実施の形態の圧電体アクチュエータを駆動するための駆動回路ブロック図

【図 8】

(a) 第 1 の実施例の圧電体素子 1 の断面図

(b) 同圧電体素子の P-E ヒステリシス特性図

(c) 同圧電体素子に対して印加する位置制御電圧の電圧波形図

(d) 同圧電体素子に対して印加する位置制御電圧の電圧波形図

(e) 同圧電体素子に対して印加する位置制御電圧の電圧波形図

【図 9】

- (a) 同実施例の圧電体素子 50 の断面図
- (b) 同圧電体素子の P-E ヒステリシス特性図
- (c) 同圧電体素子に対して印加する位置制御電圧の電圧波形図

**【図 10】**

- (a) 第 2 の実施例の圧電体素子 1 の断面図
- (b) 同圧電体素子の P-E ヒステリシス特性図
- (c) 同圧電体素子に対して印加する位置制御電圧と分極回復電圧との合成の電圧波形図

**【図 11】**

- (a) 同実施例の圧電体素子 50 の断面図
- (b) 同圧電体素子の P-E ヒステリシス特性図
- (c) 同圧電体素子に対して印加する位置制御電圧と分極回復電圧との合成の電圧波形図

**【図 12】**

- (a) 同実施例の圧電体素子 55 の断面図
- (b) 同圧電体素子の P-E ヒステリシス特性図
- (c) 同圧電体素子に対して印加する位置制御電圧と分極回復電圧との合成の電圧波形図

**【図 13】**

- (a) 同実施例の圧電体素子 1 の断面図
- (b) 同圧電体素子の P-E ヒステリシス特性図
- (c) 同圧電体素子に対してバイアス電圧を重畳した位置制御電圧の電圧波形図

**【図 14】**

同実施例の分極回復時間による分極回復効果の結果を示す図

**【符号の説明】**

- 1, 50, 55, 108, 108A, 108B 圧電体素子
- 2, 30, 33, 1082 圧電体薄膜
- 3, 28, 31, 1083 第 1 の導電体

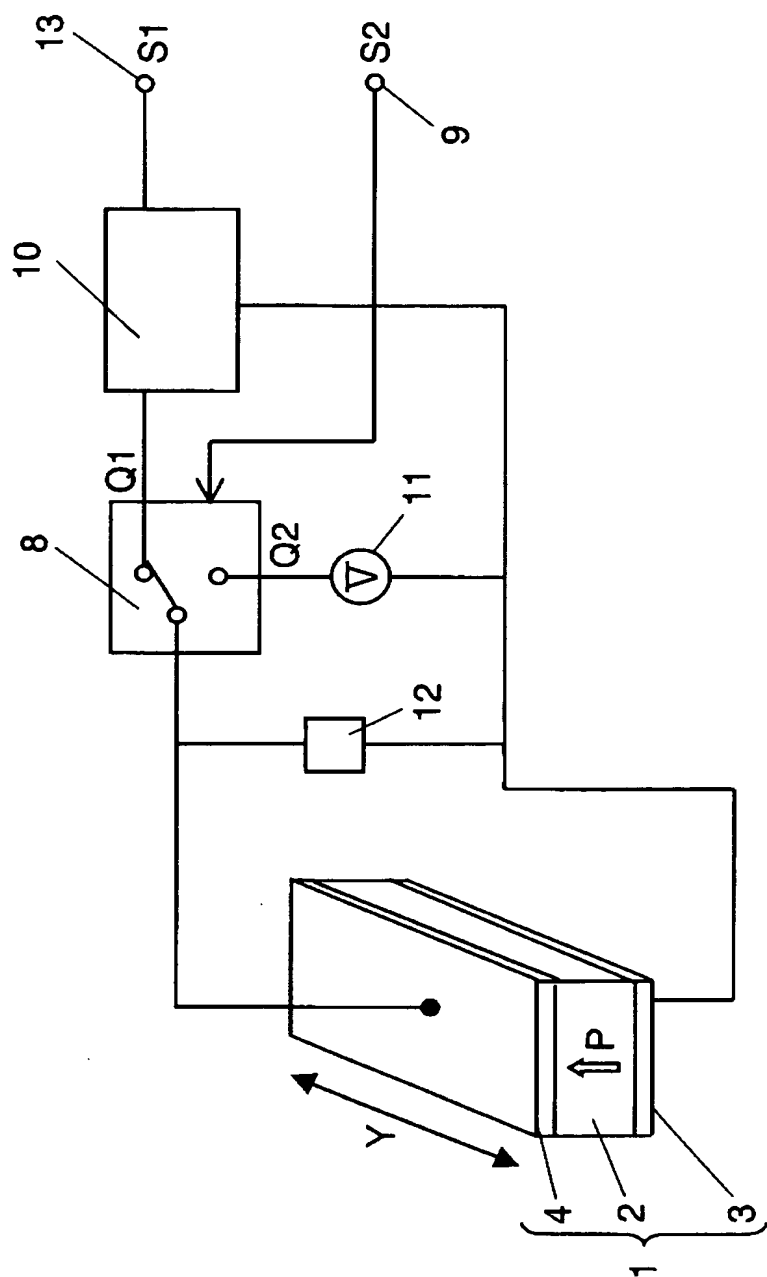
4, 2 9, 3 2, 1 0 8 4 第 2 の導電体  
8, 8 A, 8 B スイッチ回路  
9, 1 3 入力端子  
1 0 位置制御電圧回路  
1 1 分極回復電圧回路  
1 2, 1 2 A, 1 2 B 制限回路  
2 6 第一層の圧電体素子  
2 7 第二層の圧電体素子  
4 0 信号増幅器  
4 1 レベル検出回路  
4 2 スイッチ信号発生器  
4 3 位相反転回路  
4 5 信号処理回路  
5 0, 1 0 7 接着層  
6 0 積層圧電体素子  
1 0 0 ヘッド支持機構  
1 0 1 ヘッド  
1 0 2 スライダ  
1 0 3 フレクシャー  
1 0 3 A 電極パッド  
1 0 3 B 圧電体電極配線  
1 0 3 C ヘッド電極配線  
1 0 4 サスペンション  
1 0 5 板バネ部  
1 0 6 アーム  
1 0 9 ワイヤリード  
1 1 0 軸受部  
1 1 2 ボイスコイル  
2 0 0 ディスク

2 2 0 回転駆動手段

【書類名】

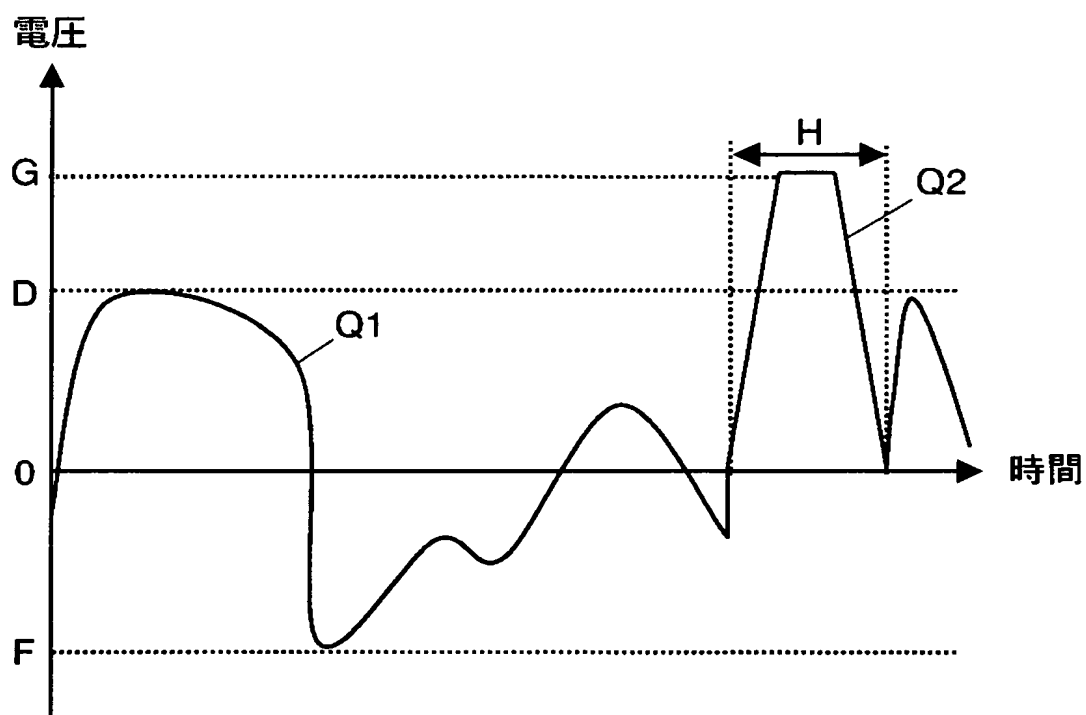
図面

【図 1】

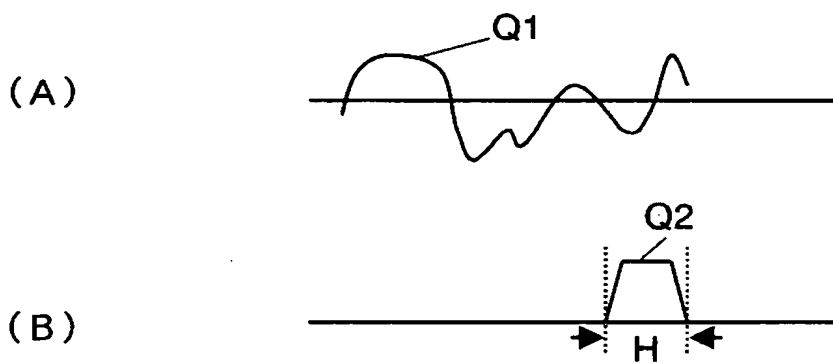




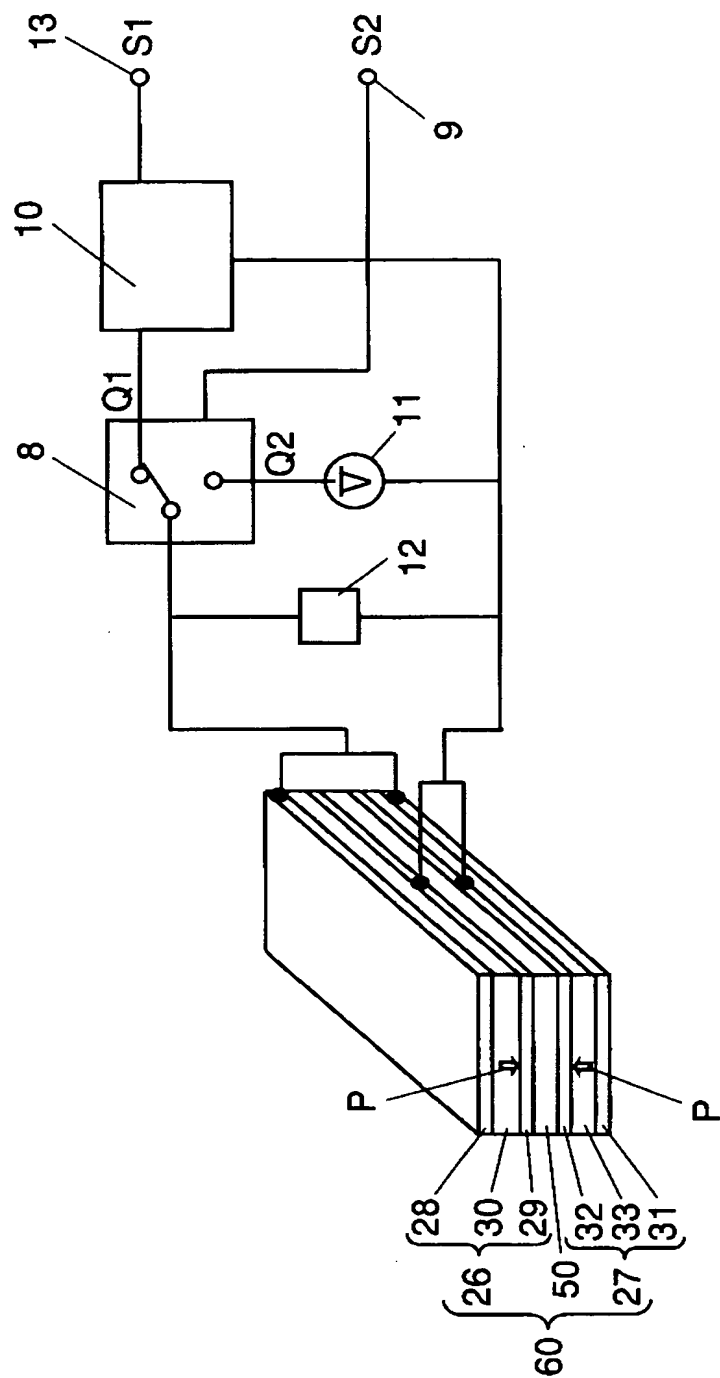
【図 2】



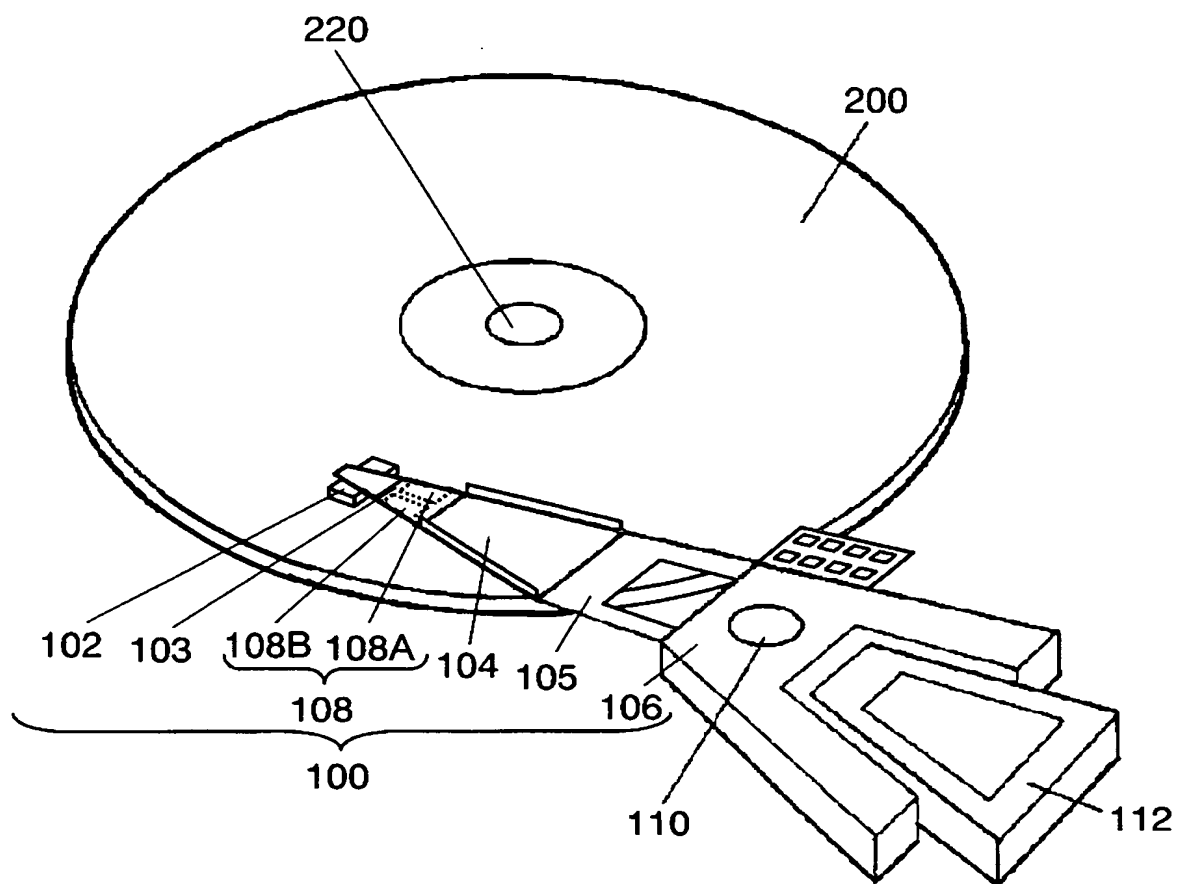
【図 3】



【図 4】

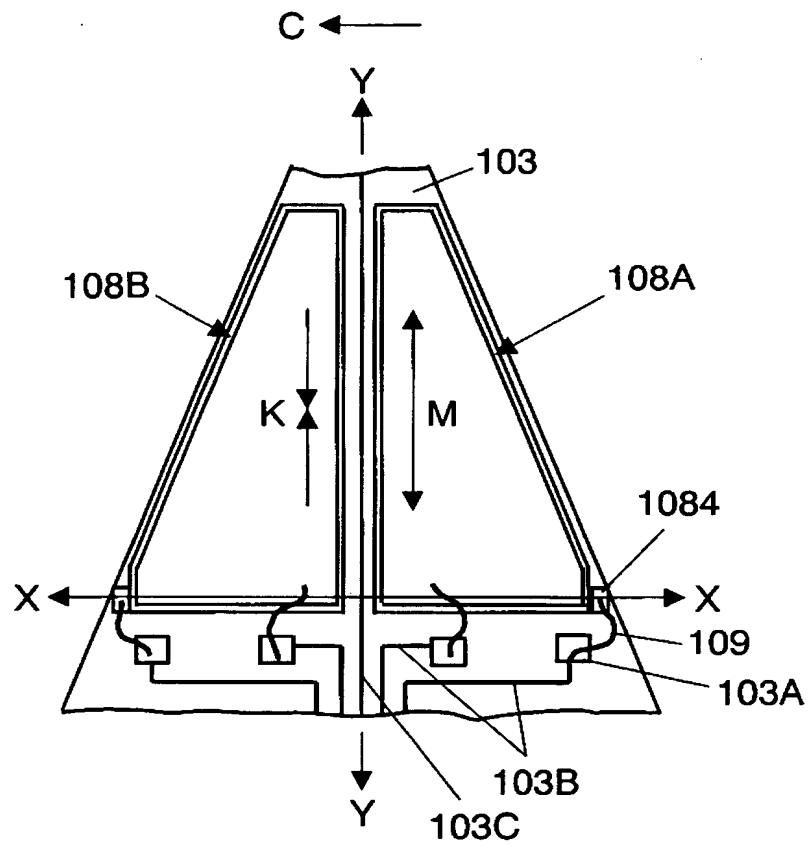


【図 5】

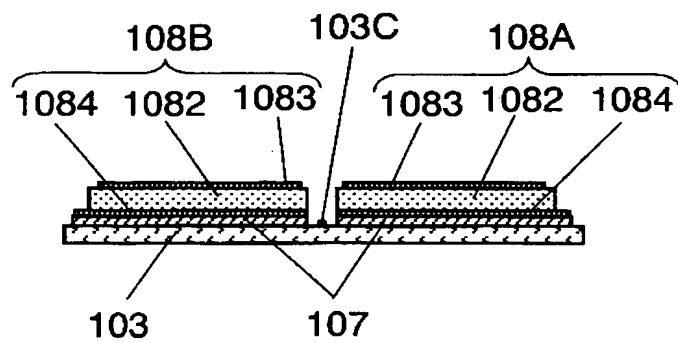


【図6】

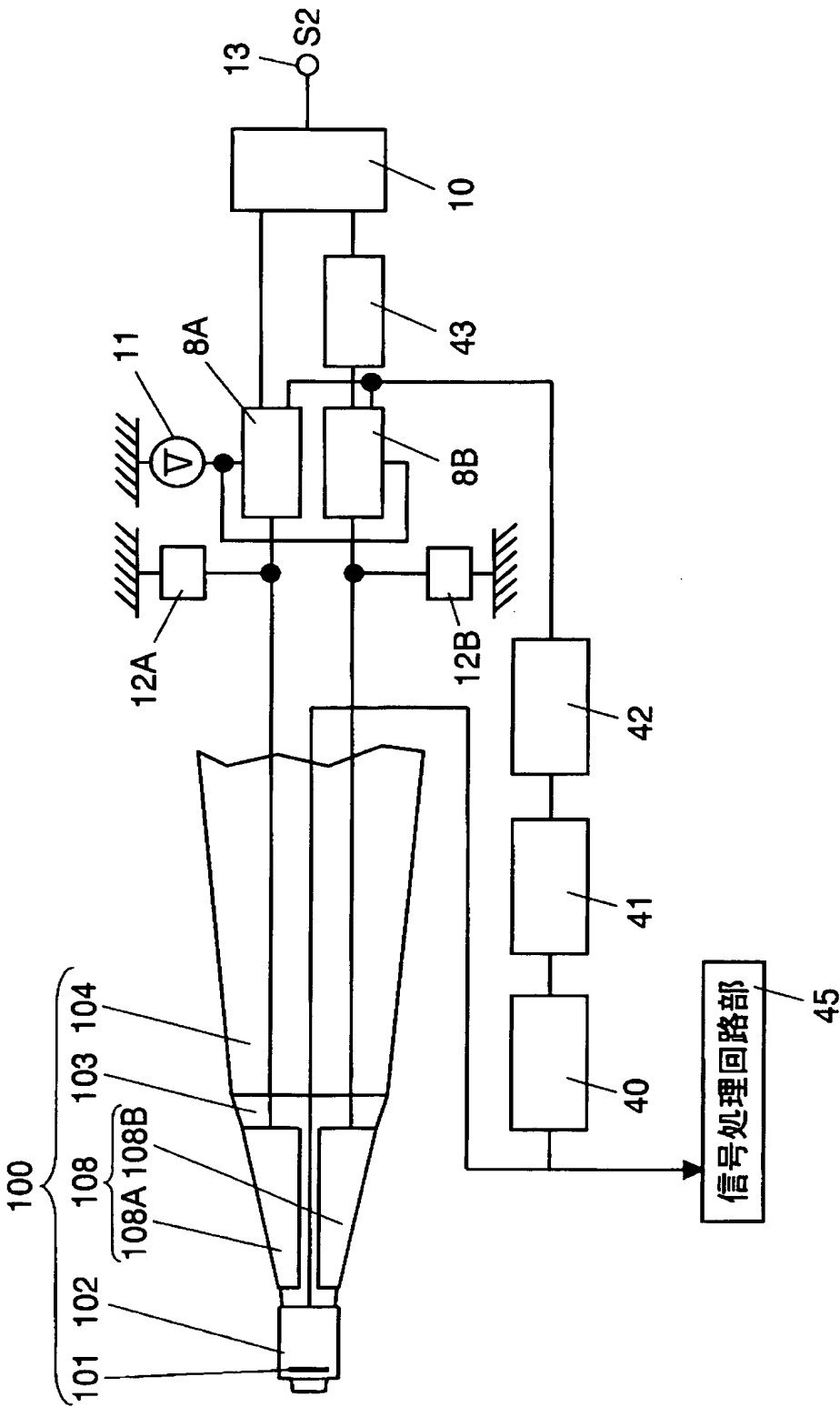
(A)



(B)

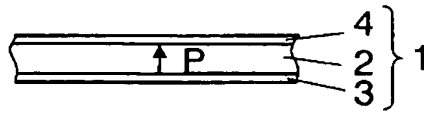


【図 7】

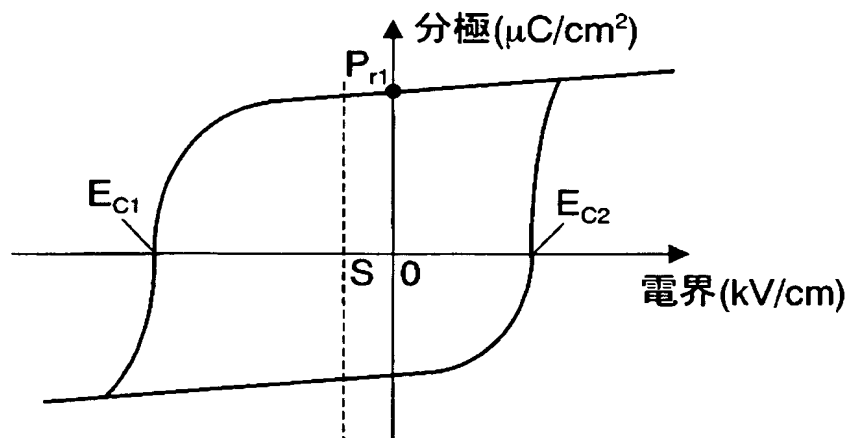


【図 8】

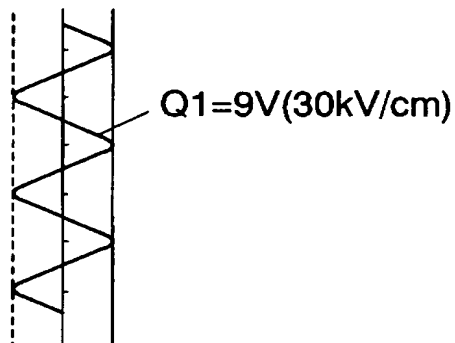
(a)



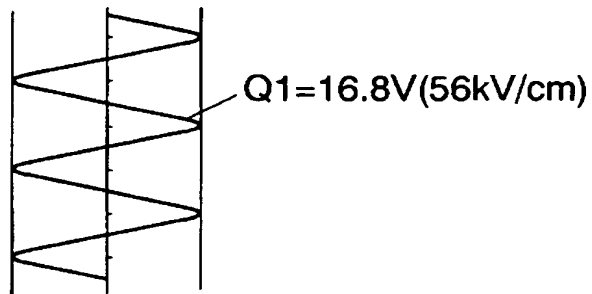
(b)



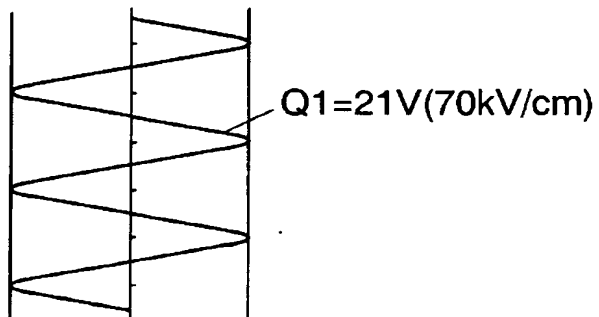
(c)



(d)

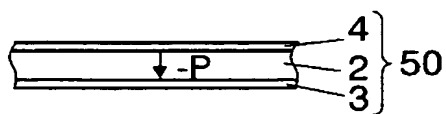


(e)

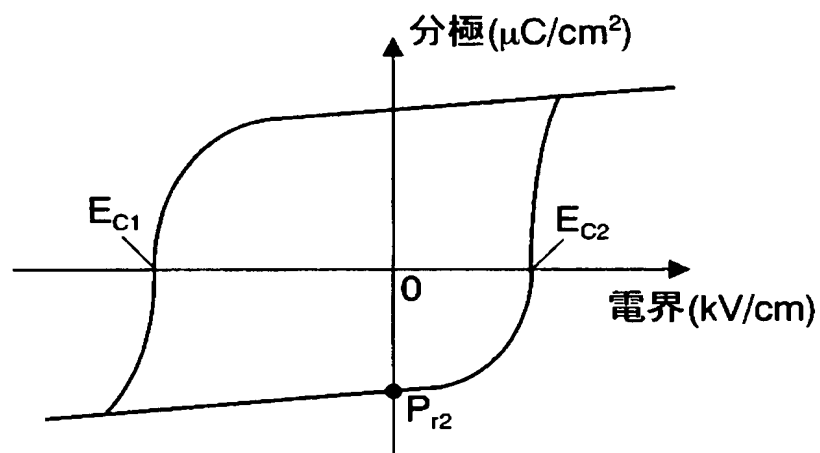


【図 9】

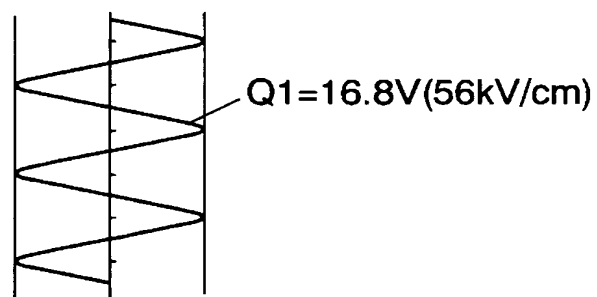
(a)



(b)

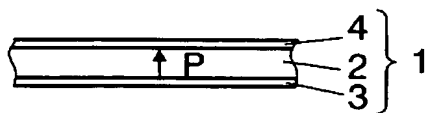


(c)

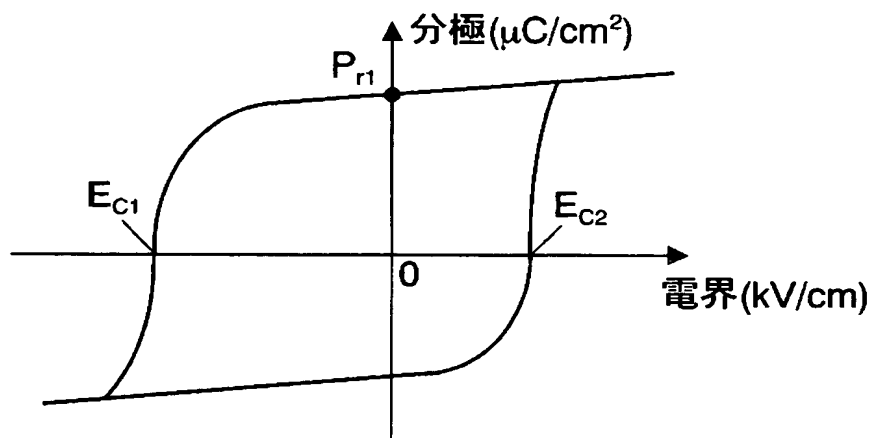


【図 10】

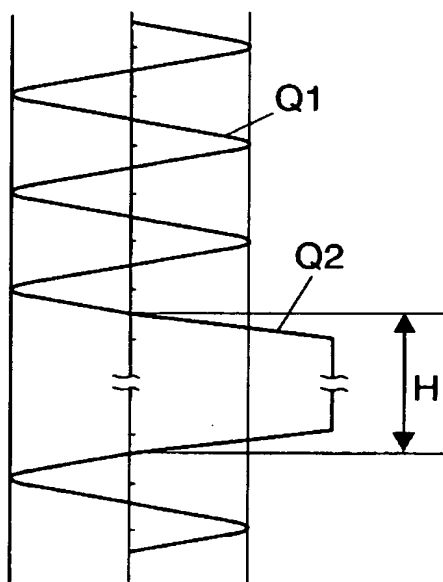
(a)



(b)



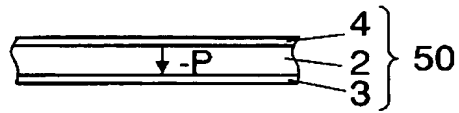
(c)



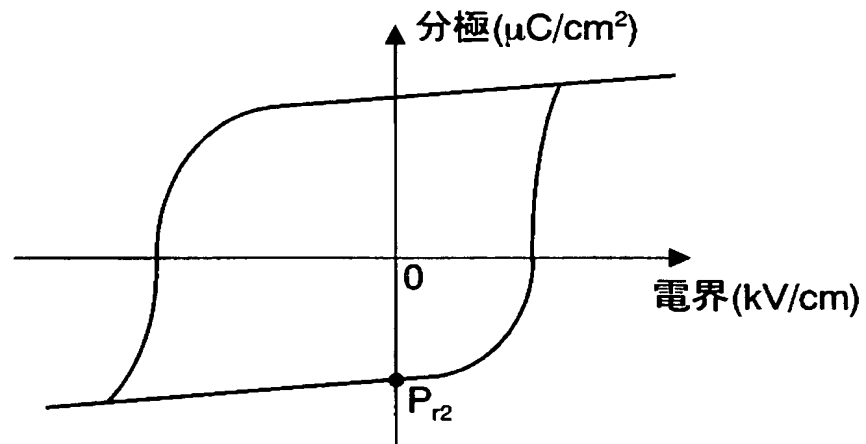


【図 11】

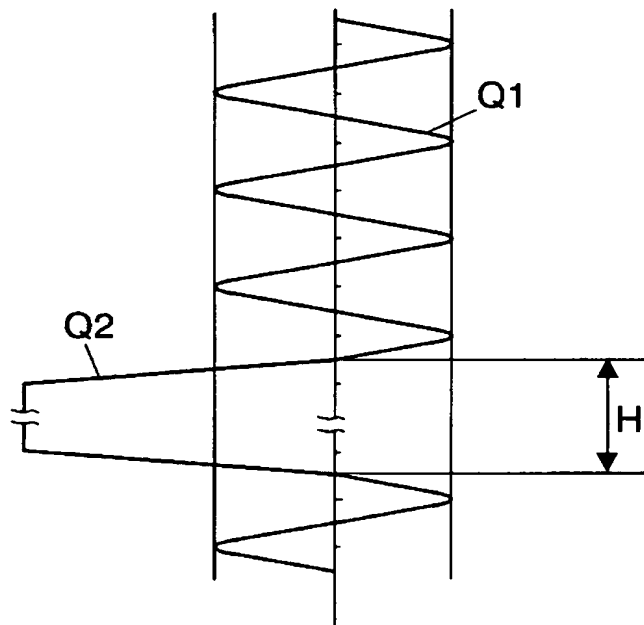
(a)



(b)

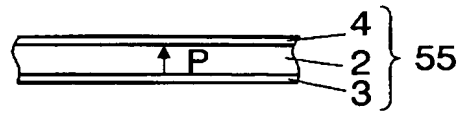


(c)

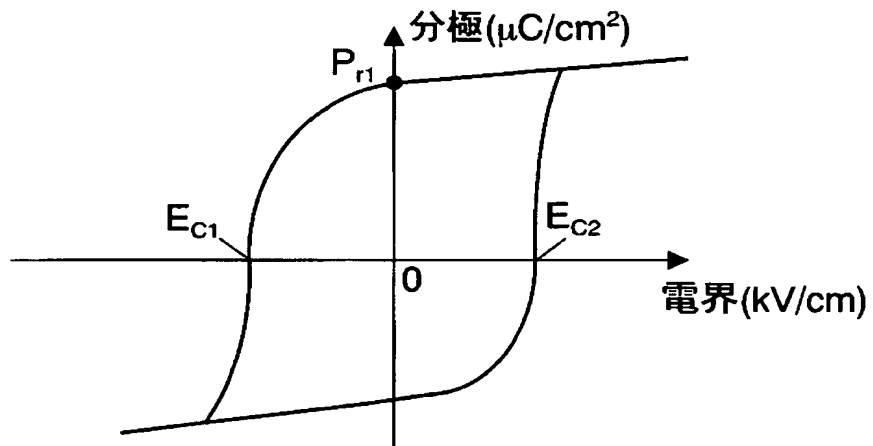


【図 12】

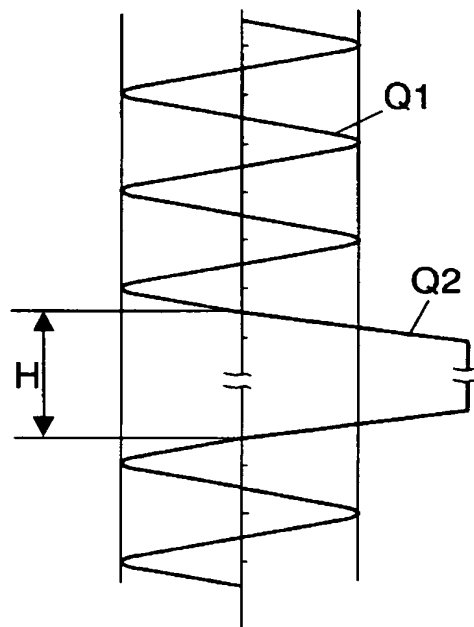
(a)



(b)



(c)

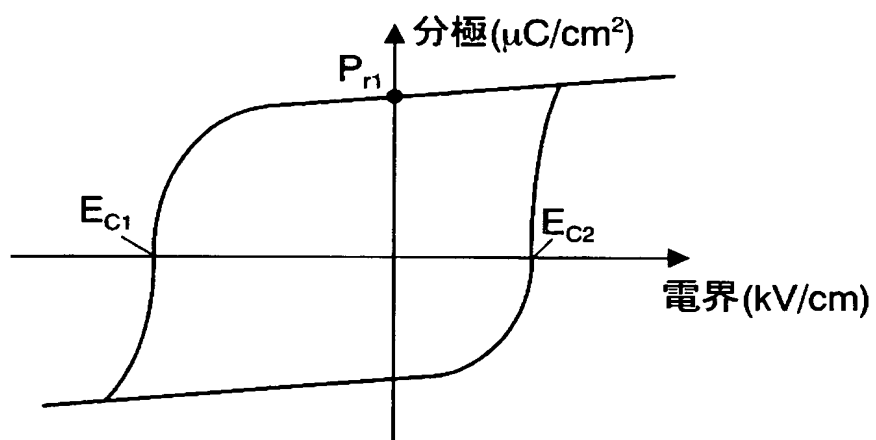


【図 13】

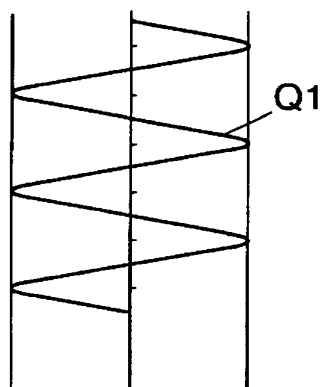
(a)



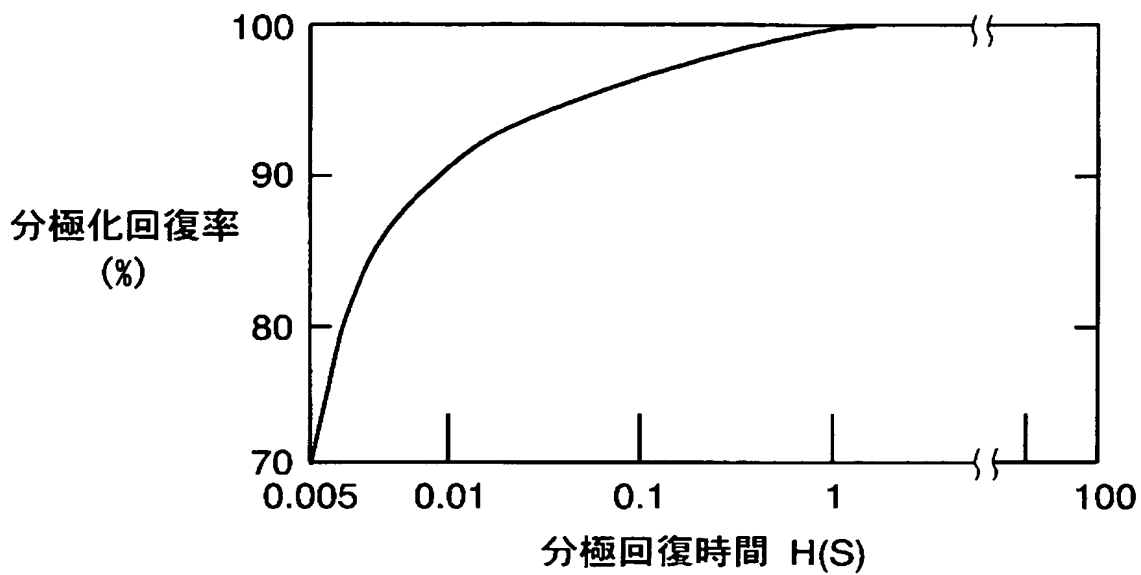
(b)



(c)



【図 14】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 圧電体素子を用いた圧電体アクチュエータをディスク装置等に搭載した状態で分極特性の劣化を回復させて、長期間安定で、かつ大きな変位が得られる圧電体アクチュエータおよび駆動方法を提供する。

【解決手段】 膜厚方向に分極し、正の電界側の抗電界と負の電界側の抗電界との値の絶対値が異なる非対称な分極－電界ヒステリシス特性を有し、抗電界の絶対値が小さい方に分極された圧電体素子 1 に対して、圧電体素子 1 を駆動する位置制御電圧  $Q_1$  を、電界零点を基準に印加する方法であり、さらに圧電体素子 1 に分極の劣化を回復させる分極回復電圧  $Q_2$  を位置制御電圧  $Q_1$  に重畳、位置制御電圧  $Q_1$  と切り換えて印加、または位置制御電圧  $Q_1$  を印加しないときに印加する方法であり、分極回復電圧  $Q_2$  を印加することで変位量の劣化を回復させることができ、高精度の駆動を可能とする。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 3 1 9 0 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社